



**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA CAPTADA CON FINES DE
CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA PATUCA Y PROPUESTA DE UN PLAN DE
MANEJO DE LA MICROCUENCA YAGUAIMI”**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

JONNY LEONEL PUGLLA FLORES
140065857-9

DIRECTOR:

ING. JUAN DIEGO ESPINOZA GÁRATE
030198944-8

CUENCA – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESUMEN

La quebrada Yaguaimi abastece actualmente de agua cruda a la planta de potabilización de agua de la parroquia Patuca, ésta, ha servido de principal fuente de abastecimiento del recurso hídrico desde el año 1987, sin embargo en el transcurso del tiempo, parte de ésta microcuenca se ha visto afectada por actividades antrópicas que se desarrollan en la misma y que han puesto en riesgo la calidad del líquido vital; en este proyecto se analizó parámetros de calidad de agua tanto físico-químico como microbiológico y se propuso un plan de manejo de la microcuenca en estudio que ayudará para el mejoramiento y preservación de la calidad del agua.

Se tomaron muestras de agua por un lapso de 6 meses, en dos puntos correspondientes a 500 metros y 1500 metros aguas arriba desde la captación actual, esto con el propósito de analizar las diferencias de los parámetros físico-químicos y microbiológico en estos dos puntos, pudiendo recomendar en base a este análisis un sitio de captación con niveles de contaminación aceptables para su posterior tratamiento, las muestras de agua que se recolectaron fueron analizadas en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería Civil perteneciente a la Universidad de Cuenca; con los resultados obtenidos se determinó la situación actual de la calidad del agua y su nivel de aceptación para su posterior tratamiento y consumo humano, para lo cual se compararon los resultados del laboratorio con el TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1 proponiendo alternativas de cuidado y manejo de esta microcuenca en estudio.

Palabras Clave: muestreos, calidad del agua, impactos ambientales, plan de manejo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ABSTRACT

The stream Yaguaimi currently supplies raw water to the water purification plant of the Patuca parish, which has served as the main source of water supply since 1987, however in the course of time, part of this micro-catchment Has been affected by anthropic activities that take place in the same and that have put at risk the quality of the vital liquid; This project analyzed parameters of water quality both physicochemical and microbiological and proposed a management plan of the micro-basin under study that will help for the improvement and preservation of water quality.

Water samples were taken for a period of 6 months, at two points corresponding to 500 meters and 1500 meters upstream from the current catchment, with the purpose of analyzing the differences of the physical-chemical and microbiological parameters in these two points, Being able to recommend on the basis of this analysis a site of catchment with levels of contamination acceptable for its later treatment, the samples of water that were collected were analyzed in the Laboratory of Sanitary of the Faculty of Civil Engineering pertaining to the University of Cuenca; With the results obtained, the current status of the water quality and its level of acceptance for its subsequent treatment and human consumption were determined, for which the laboratory results were compared with the TULSMA, BOOK VI, ANNEX 1, proposing alternatives for care and Management of this micro-basin under study.

Key words: sampling, water quality, environmental impacts, management plan.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE ANEXOS	x
CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR	xii
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	xiii
DEDICATORIA	xiv
AGRADECIMIENTOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	1
OBJETIVOS	3
1. CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. AGUA CRUDA Y CALIDAD DEL AGUA	4
1.1.1. CALIDAD FISICO-QUIMICA DEL AGUA	4
1.1.1.1. PARÁMETROS FISICOS	4
1.1.1.1.1. Turbiedad	4
1.1.1.1.2. Color	5
1.1.1.1.3. Conductividad	5
1.1.1.1.4. Sólidos disueltos totales	6
1.1.1.2. PARÁMETROS QUÍMICOS	6
1.1.1.2.1. pH (Potencial Hidrógeno)	6
1.1.1.2.2. Alcalinidad	6
1.1.1.2.3. Dureza	7
1.1.1.2.4. Calcio	7
1.1.1.2.5. Magnesio	7
1.1.1.2.6. Hierro	7
1.1.1.2.7. Taninos y Ligninas	8
1.1.1.2.8. Manganeso	8
1.1.1.2.9. Cobre	8
1.1.1.2.10. Silicio	8
1.1.1.2.11. Fluoruros	8



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.1.1.2.12.	Ortofosfatos disueltos.....	8
1.1.1.2.13.	Cloruros.....	9
1.1.1.2.14.	Sulfatos.....	9
1.1.1.2.15.	Nitratos y Nitritos.....	9
1.1.1.3.	CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	9
1.1.1.3.1.	Bacterias.....	9
1.1.1.3.1.1.	Grupo Coliforme	10
1.1.1.3.1.1.1.	Coliformes Totales	10
1.1.1.3.1.1.2.	Coliformes Fecales	10
1.1.1.3.1.1.2.1.	Escherichiacoli.....	10
1.1.1.3.1.1.2.2.	Klebsiella	10
1.1.1.3.1.1.2.3.	Citrobacter	10
1.2.	CONTAMINACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA.....	11
1.3.	ENFOQUES DE MANEJO DE CUENCAS.....	11
1.3.1.	El Agua es el centro de la planificación y manejo	12
1.3.2.	Los recursos naturales constituyen el centro de la planificación y manejo	12
1.3.3.	El enfoque es amplio y se define que el centro de la planificación y manejo es el ambiente	12
1.4.	¿QUE ES UNA MICROCUENCA?	12
1.4.1.	Cuenca	12
1.4.2.	Sub Cuenca	13
1.4.3.	Microcuenca	13
1.5.	LA MICROCUENCA COMO SISTEMA.....	14
1.6.	LOS SUBSISTEMAS DE LA MICROCUENCA.....	14
1.6.1.	Económico	15
1.6.2.	Social.....	15
1.6.3.	Cultural	15
1.6.4.	Físico	15
1.6.5.	Biológico	15
1.7.	PLAN DE MANEJO DE MICROCUENCA	15
1.8.	MATRIZ CAUSA-EFECTO	16
1.9.	MATRIZ PROBLEMA-SOLUCIÓN	16
1.10.	MARCO LEGAL	17
1.10.1.	Constitución de la República del Ecuador	17
1.10.1.1.	Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera, Naturaleza y Ambiente. (Capítulo II)	17



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.10.1.2.	Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Sexta, Agua. (Capítulo II)	18
1.10.1.3.	Derechos de libertad. (Capítulo VI)	18
1.10.1.4.	Derechos de la naturaleza. (Capítulo VII)	18
1.10.2.	Libro VI TULSMA, reforma 4 de Noviembre del 2015	19
1.10.2.1.	Calidad de los componentes bióticos y abióticos, Parágrafo I, del agua. ...	19
1.10.2.2.	Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. 20	
1.10.2.2.1.	Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico 20	
1.10.3.	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua.	21
2.	CAPITULO II: METODOLOGÍA	25
2.1.	Tipo de estudio	25
2.2.	Identificación de la zona de estudio y de los puntos de muestreo	25
2.2.1.	Campañas de Muestreo	26
2.2.2.	Manejo y conservación de muestras	28
2.3.	Comparación de los parámetros estudiados con la norma establecida en el "TULSMA", libro VI, anexo 1	30
2.4.	Propuesta de un Plan de Manejo de la microcuenca de la quebrada Yaguaimi	30
2.4.1.	Identificación y diagnóstico del estado de la microcuenca	30
2.4.2.	Identificación de soluciones y su factibilidad	32
2.4.3.	Propuesta de los programas y proyectos	33
2.4.4.	Elaboración de estrategias	33
2.4.5.	Integración de la comunidad	33
3.	CAPITULO III: MEMORIA TÉCNICA	35
3.1.	Manejo de la Información	35
3.2.	Producción de soluciones alternativas	35
3.4.	Trabajo experimental	37
3.4.1.	Descripción del área de estudio	37
3.4.2.	Caracterización del Medio Físico	37
3.4.2.1.	Paisaje	37
3.4.2.2.	Clima	38
3.4.2.3.	Geomorfología	38
3.4.2.4.	Suelos	38
3.4.3.	Caracterización del Medio Demográfico	38
3.4.3.1.	Población	38
3.4.3.2.	Actividades Socioeconómicas	39
3.4.3.3.	Educación	40
3.4.3.4.	Salud	40



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.4.3.5.	Vivienda.....	40
3.4.3.6.	Servicios Básicos.....	40
4.	CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	Características físicas-químicas y microbiológicas de la quebrada Yaguaimi.....	41
4.1.1.	Resultados de los muestreos en la Microcuenca Baja	41
4.1.1.1.	Turbiedad	41
4.1.1.2.	Color	42
4.1.1.3.	Sólidos Disueltos Totales.....	42
4.1.1.4.	Potencial Hidrógeno (pH).....	43
4.1.1.5.	Dureza	43
4.1.1.6.	Hierro	44
4.1.1.7.	Manganeso.....	44
4.1.1.8.	Cobre	45
4.1.1.9.	Cloruros	45
4.1.1.10.	Sulfatos.....	46
4.1.1.11.	Nitritos.....	46
4.1.1.12.	Coliformes Totales.....	47
4.1.1.13.	Coliformes Fecales (E. Coli)	47
4.1.2.	Resultados de los muestreos en la Microcuenca Alta	48
4.1.2.1.	Turbiedad	48
4.1.2.2.	Color	49
4.1.2.3.	Sólidos Totales disueltos	49
4.1.2.4.	Potencial Hidrógeno (pH).....	50
4.1.2.5.	Dureza	50
4.1.2.6.	Hierro	51
4.1.2.7.	Manganeso.....	51
4.1.2.8.	Cobre	52
4.1.2.9.	Cloruros	52
4.1.1.1.	Sulfatos.....	53
4.1.1.2.	Nitritos.....	53
4.1.1.3.	Coliformes Totales.....	54
4.1.1.4.	Coliformes Fecales (E. Coli)	55
4.2.	PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA YAGUAIMI.....	55
4.2.1.	Matriz causa – efecto	55
4.2.2.	Factibilidad	58



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.2.3. Matriz problema – solución.....	59
4.2.4. Elaboración de estrategias	60
4.2.4.1. ESTRATEGIA 1. Educación Ambiental y Capacitación a los propietarios de los terrenos que se encuentran dentro de la microcuenca Yaguaimi.	60
4.2.4.2. ESTRATEGIA 2: Reforestación de los márgenes de la quebrada Yaguaimi con plantas nativas de la zona.	62
4.2.4.3. Presupuesto General del Plan de Manejo.....	66
4.1.1. Integración de la comunidad.....	66
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	69
ANEXOS.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.Escala de pH.....	6
Figura 1.2 División de una cuenca hidrográfica.	13
Figura 1.3.Partes de una cuenca hidrográfica.....	13
Figura 1.4. Subsistemas de una microcuenca.	15
Figura 2.1. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo en la Microcuenca Yaguaimi.....	26
Figura 2.2. GPS utilizado en la localización de los puntos de muestreo.....	26
Figura 2.3. Muestreo Microcuenca Baja, Época de Verano.....	27
Figura 2.4. Muestreo Microcuenca Alta, Época de Verano.....	27
Figura 2.5. Muestreo Microcuenca Baja, Época de Invierno.....	27
Figura 2.6. Muestreo Microcuenca Alta, Época de Invierno.....	28
Figura 2.7. Envases utilizados para los muestreos Físico-Químico (I), y Bacteriológico (D).....	28
Figura 2.8. Envases registrados según el lugar y hora de muestreo, Microcuenca Alta (I), y Microcuenca Baja (D).....	29
Figura 2.9. Manejo y transporte de muestras al laboratorio.....	29
Figura 3.1. Representación Gráfica del proyecto.....	36
Figura 3.2. Ubicación de la microcuenca Yaguaimi.....	37
Figura 4.1. Variación de niveles de Turbiedad (UTM) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	41
Figura 4.2. Variación de niveles de Color (UC, Pt Co) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	42
Figura 4.3. Variación de niveles de Sólidos Disueltos (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	42
Figura 4.4. Variación de niveles de pH en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	43
Figura 4.5. Variación de niveles de Dureza (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	43



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Figura 4.6. Variación de niveles de Hierro (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	44
Figura 4.7. Variación de niveles de Manganeso (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	44
Figura 4.8. Variación de niveles de Cobre (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	45
Figura 4.9. Variación de niveles de Cloruros (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	45
Figura 4.10. Variación de niveles de Sulfatos (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	46
Figura 4.11. Variación de niveles de Nitritos (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.....	46
Figura 4.12. Variación de niveles de Coliformes Totales (NMP/100 ml) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.	47
Figura 4.13. Variación de niveles de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.	48
Figura 4.14. Variación de niveles de Turbiedad (UTM) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	48
Figura 4.15. Variación de niveles de Color (UC, Pt Co) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	49
Figura 4.16. Variación de niveles de Sólidos Disueltos (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	49
Figura 4.17. Variación de niveles de pH en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	50
Figura 4.18. Variación de niveles de Dureza (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	50
Figura 4.19. Variación de niveles de Hierro (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	51
Figura 4.20. Variación de niveles de Manganeso (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	51
Figura 4.21. Variación de niveles de Cobre (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	52
Figura 4.22. Variación de niveles de Cloruros (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	52
Figura 4.23. Variación de niveles de Sulfatos (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	53
Figura 4.24. Variación de niveles de Nitritos (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.....	54
Figura 4.25. Variación de niveles de Coliformes Totales (NMP/100 ml) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.	54
Figura 4.26. Variación de niveles de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.	55
Figura 4.27. Matriz Causa – Efecto aplicada en la Microcuenca Yaguaimi.....	57
Figura 4.28. Método de Tresbolillo	64
Figura 4.29. Hoyo tipo cuadrado donde irá cada plántula	64
Figura 4.30. Intervención de la importancia del tema por parte del Licenciado Marco Merino, Técnico Responsable del Centro de Atención al Ciudadano-SENAGUA, Morona Santiago.	66



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Figura 4.31. Socialización con los usuarios del Sistema de Agua Potable de la Parroquia Patuca y Autoridades.	67
Figura 4.32. Socialización de los efectos encontrados en la microcuenca Yaguaimi. ...	67
Figura 4.33. Socialización de los efectos encontrados en la microcuenca Yaguaimi. ...	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Clasificación del agua según su Dureza.	7
Tabla 1.2. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al recurso agua	20
Tabla 2.1. Coordenadas de los Puntos de Muestreo en la Microcuenca Yaguaimi.	25
Tabla 2.2. Formato de una Matriz Causa - Efecto.	31
Tabla 2.3. Formato de una Matriz Problema - Solución.	32
Tabla 2.4. Factibilidad de las Soluciones Encontradas.	32
Tabla 3.1. Producción de soluciones alternativas.	35
Tabla 3.2. Datos de Población.	39
Tabla 4.1. Efectos encontrados en la Microcuenca Yaguaimi.	56
Tabla 4.2. Escala de Ponderaciones de los efectos encontrados.	56
Tabla 4.3. Criterios de factibilidad de una matriz Problema – Solución.	58
Tabla 4.4. Matriz Problema – Solución.	59
Tabla 4.5. Presupuesto de la Propuesta 1 del Plan de manejo.	61
Tabla 4.6. Dimensiones de las franjas de protección en un río.	62
Tabla 4.7. Presupuesto de la Propuesta 2 del Plan de manejo.	65
Tabla 4.8. Presupuesto General de las propuestas planteadas.	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de laboratorio (16 de Mayo del 2016)	71
Anexo 2. Resultado de laboratorio (25 de Mayo del 2016)	72
Anexo 3. Resultado de laboratorio (8 de Junio del 2016).	73
Anexo 4. Resultado de laboratorio (28 de Julio del 2016).	74
Anexo 5. Resultado de laboratorio (29 de Septiembre del 2016).	75
Anexo 6. Resultado de laboratorio (20 de Octubre del 2016).	76
Anexo 7. Análisis Físico-químico y bacteriológico de la captación actual	77
Anexo 8. Resumen general del período de muestreos.	78
Anexo 9. Certificado del Técnico Responsable del Centro de atención al Ciudadano-SENAGUA, Morona Santiago.	79
Anexo 10. Certificado del Presidente de la Junta Administradora de Agua Potable de Patuca	80
Anexo 11. Área de estudio.	81
Anexo 12. Ortofoto de zona en estudio	81
Anexo 13. Frontera ganadera en la zona de estudio.	82
Anexo 14. Localización de los puntos de muestreo con el Ing. Marco Ramírez, técnico del equipo consultor encargado de los estudios de prefactibilidad de la construcción de la nueva planta de agua potable de Patuca.	82
Anexo 15. Visita de Campo realizada con el Sr. Victor Puglla, Presidente de la Junta Administradora de Agua de Patuca, a la microcuenca en estudio para la identificación de los impactos ambientales.	83
Anexo 16. Presencia de Basura en las orillas del curso de agua.	83
Anexo 17. Pérdida de vegetación nativa en las pendientes adyacentes a la quebrada.	83



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 18. Actividades agrícolas en los márgenes de la quebrada (Plantaciones de plátano).	84
Anexo 19. Deforestación en la zona de influencia de la microcuenca.	85
Anexo 20. Actividades ganaderas desarrolladas en la zona de influencia de la microcuenca.	85
Anexo 21. Activación de procesos erosivos en las pendientes.	86



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

UNIVERSIDAD DE CUENCA
CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR



Yo, Jonny Leonel Puglla Flores, autor del Proyecto Técnico "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA CAPTADA CON FINES DE CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA PATUCA Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA YAGUAIMI", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 17 de Marzo del 2017

Jonny Puglla Flores

C.I: 140065857-9



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Yo, Jonny Leonel Puglla Flores, autor del Proyecto Técnico "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA CAPTADA CON FINES DE CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA PATUCA Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA YAGUAIMI", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en este trabajo son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 17 de Marzo del 2017

Jonny Puglla Flores

C.I: 140065857-9



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis queridos padres Rosa y Víctor, quienes con su esfuerzo, dedicación y constante apoyo incondicional me han llevado hasta estas instancias, una meta más de las planteadas está por terminar y ustedes han sido el pilar fundamental para en cada escalón dar mucho más de mí.

Gracias infinitas, los amo.

Igualmente, se lo dedico a mis amigos más cercanos que estuvieron siempre Marcelo, Santiago y Roger, a mi enamorada Mirexy por el apoyo infalible, y a todos los que creyeron en mí, esto aún no acaba, vamos por más.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la sabiduría y fortaleza para realizar este trabajo y porque sus planes son perfectos.

A mis padres, quienes con su apoyo, formación y perseverancia hacia nosotros sus hijos Leidy y Jonny, nos han dado la posibilidad de estudiar y obtener un título universitario. Su siembra ha dado frutos.

A mi Tutor, Ing. Juan Diego Espinoza quien con sus conocimientos y tiempo entregado supo dirigir este trabajo de titulación.

A la Junta Administradora de Agua Potable de Patuca, quienes me brindaron los datos necesarios para complementar este trabajo.

Al Lic. Marco Merino, Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano Zonal Macas. (SENAGUA), quien me dio apertura para la socialización de este trabajo.

Con afecto, Jonny.



INTRODUCCIÓN

PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso indispensable para los seres vivos que habitamos este planeta, tanto que sería imposible imaginar la vida sin ella. En la actualidad, la contaminación de nuestros recursos hídricos ha ocasionado que esta no se pueda utilizar directamente para el consumo humano debido a la degradación de su calidad.

El deterioro de la calidad de un cuerpo hídrico se relaciona a las actividades que se realizan dentro de la zona de influencia del mismo, sin planificación ni control y sin acciones de conservación por desconocimiento de las relaciones entre los recursos naturales y el hombre. Es importante recalcar que dentro de una microcuenca “el agua es un bien agotable”, es decir es un recurso que puede terminarse o bajar su cantidad y calidad si no se toman las respectivas medidas o soluciones prácticas para evitar que esto suceda.

La parroquia Patuca, perteneciente al cantón Santiago de Méndez en la provincia de Morona Santiago, cuenta con un punto de captación de agua cruda que abastece a la actual planta de agua potable construida en el año de 1987; el agua captada en este punto se ha visto afectada por la contaminación que llega hasta el flujo de agua de la microcuenca procedente de las actividades antrópicas que se desarrollan en la misma como la deforestación y el crecimiento de las fronteras ganaderas que han puesto en riesgo la calidad del líquido vital.

Con el propósito de encontrar un nuevo sitio de captación de agua cruda que garantice agua de buena calidad para su posterior tratamiento en la nueva planta de potabilización a construir, se pretende estudiar las características del recurso hídrico a tratar; si el agua cruda es de mejor calidad, el proceso de potabilización se lo puede optimizar, así mismo, al determinar las características del agua cruda se puede establecer las medidas de cuidado de toda la microcuenca alta basados en un plan de manejo que ayudará a mejorar y preservar la calidad del agua, este trabajo se enfocará principalmente en los posibles focos de contaminación de acuerdo al uso del suelo de la zona.

Se plantea el presente proyecto, con el fin de determinar las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua cruda que es captada así como su factibilidad de tratamiento para consumo humano; de igual manera en este proyecto se planteará soluciones de protección para esta microcuenca para mejorar y preservar la calidad del agua,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

información que podrá ser utilizada por las autoridades competentes de la parroquia, con el objetivo común de garantizar una buena dotación de agua de calidad a toda la comunidad que se beneficiará del servicio.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Analizar la calidad del agua cruda captada con fines de consumo humano en la parroquia Patuca y proponer un plan de manejo de la microcuenca Yaguaimi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar una caracterización físico-química y microbiológica del agua de la quebrada Yaguaimi.
- Determinar si los parámetros físico-químicos y microbiológicos analizados cumplen los límites establecidos comparando con la normativa pertinente.
- Proponer un plan de manejo de la microcuenca de la quebrada Yaguaimi.



CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. AGUA CRUDA Y CALIDAD DEL AGUA

Se refiere al agua que encontramos en el ambiente como lluvia, superficial, subterránea, océanos, etc., que no ha sido tratada ni modificada en su estado natural. La expresión “Calidad del agua”, cuyo significado abarca varias características según sea el uso del recurso, puede implicar distintas aplicaciones como comerciales, industriales, recreativas, consumo humano, agricultura, etc. (Montaya et al., 2013).

La calidad de agua cruda para consumo humano depende de las condiciones ambientales de la zona donde se encuentre el recurso hídrico, por esto es muy importante mantener libre de contaminación el ambiente que rodea las fuentes de agua, mejorando y preservando así su calidad. La calidad físico-química del agua cruda está basada en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud humana tras cortos o largos periodos de exposición, mientras que la calidad microbiológica se basa en la determinación de microorganismos que pueden afectar al ser humano directamente, o que debido a su presencia se puede señalar la posible existencia de otros, siendo así el caso de los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*. (Bi Yun Zhen Wu, 2009)

1.1.1. CALIDAD FISICO-QUIMICA DEL AGUA

1.1.1.1. PARÁMETROS FISICOS

Son todos los parámetros que definen las características del agua, impresionando los sentidos humanos como vista, gusto, olfato y tacto, los parámetros físicos están más ligados al desarrollo del proceso de tratamiento, entre los más importantes para el proceso de tratamiento de agua potable tenemos:

- Turbiedad
- Color
- Conductividad
- Sólidos Disueltos

1.1.1.1.1. *Turbiedad*

Es la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para impedir el paso de la luz, está causada por la presencia de material coloidal en suspensión como fango, arcilla, materia orgánica e inorgánica, plancton y organismos microscópicos. Se expresa en Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). Puede tener origen inorgánico (arcillas,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

arenas, etc.) siendo estas aportadas por la erosión del terreno; y origen orgánico (microorganismos, limus) que deben su presencia a las actividades antrópicas.

C. Alberto Sierra Ramirez, 2011, señala que la importancia de la turbiedad en el tratamiento del agua potable se debe a que:

- Es un parámetro fundamental para la determinación del proceso más adecuado para el tratamiento del agua ya que procesos como coagulación, sedimentación y filtración se diseñan y operan teniendo en cuenta este valor del parámetro.
- La turbiedad puede incidir en la eficiencia de procesos como la filtración y la cloración, ya que el agua se vuelve más difícil de filtrar y se necesitan mayores dosis de cloro para desinfectar la misma debido a que los microorganismos se ocultan entre las partículas de turbiedad.
- La presencia de turbiedad en el agua puede generar un rechazo en el consumidor, además, ciertos procesos industriales requieren agua que esté exenta de esta.

1.1.1.1.2. Color

Producido por la descomposición natural de la materia vegetal de las plantas (humos) de igual manera por la disolución de minerales (principalmente hierro y manganeso) presentes en el subsuelo. Está muy ligado a la turbiedad, pero se lo considera como una característica independiente, debido a que la turbiedad es ocasionada por partículas de gran tamaño con diámetros mayores a 10^{-3} mm, y el color es generado a partir de sustancias disueltas y por los coloides. (C. Alberto Sierra Ramirez, 2011)

Está clasificado en:

- **Color aparente:** Es el color producido por el material suspendido.
- **Color real:** Es el color que permanece en el agua después de remover la turbiedad.

Es importante en el tratamiento del agua porque la existencia del color en el agua puede generar cierto rechazo en los consumidores aunque este no ocasione problemas sanitarios.

1.1.1.1.3. Conductividad

Su unidad de medida es Siemens/cm. Está relacionada con la concentración de sales en disolución y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, cloruros y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

sulfatos. Las aguas que presenten niveles altos de conductividad se las considera corrosivas. (Cardona Diana, 2011).

1.1.1.1.4. **Sólidos disueltos totales**

Pueden afectar drásticamente la calidad de un cuerpo de agua; de tener un alto contenido de sólidos disueltos generaría un mal agrado en el paladar del consumidor pudiendo inducir a una reacción fisiológica adversa. Mide el total de residuos sólidos filtrables como sales y residuos orgánicos a través de una membrana con tamaño de poros 2.0 μm o más pequeños. (C. Alberto Sierra Ramirez, 2011)

1.1.1.2. **PARÁMETROS QUÍMICOS**

El agua como solvente universal tiende a estar en interacción con varios elementos que se encuentran en el medio, los parámetros químicos están relacionados a la capacidad que tiene el agua para disolver ciertas sustancias, y su importancia de estudio radica en la preservación de la salud de los usuarios del agua potable, entre los principales parámetros químicos tenemos:

- | | | |
|----------------------|--------------------------|------------|
| - pH | - Manganeso | - Cloruros |
| - Alcalinidad | - Cobre | - Sulfatos |
| - Dureza | - Silicio | - Nitritos |
| - Hierro | - Fluoruros | |
| - Taninos y ligninas | - Ortofosfatos disueltos | |

1.1.1.2.1. **pH (Potencial Hidrógeno)**

Término utilizado para expresar las condiciones ácidas o básicas del agua según varíe su valor. Su escala varía de 0 a 14, el valor normal del pH varía de 6 a 8 y se lo considera neutro, mientras el valor se aproxime más al 0 tendremos un pH ácido en cambio si tenemos un valor que más se aproxime al 14 el pH será Básico o Alcalino. Aguas muy Básicas se las considera Aguas Duras. Las reacciones del cloro solo tienen lugar cuando el pH tiene un valor de entre 6,5 y 8. (Cardona Diana, 2011).

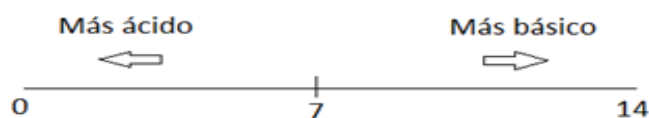


Figura 1.1.Escala de pH
Fuente: Autor, 2016

1.1.1.2.2. **Alcalinidad**

Capacidad que tiene el agua para neutralizar ácidos; en las aguas superficiales es causada principalmente por los carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que están en



UNIVERSIDAD DE CUENCA

solución, de igual manera son causados en menor grado por los boratos, fosfatos y silicatos que pueden estar presentes en la muestra. La alcalinidad en la mayor parte de cuerpos de agua debe su origen al grupo bicarbonato ya que el bióxido de carbono y los bicarbonatos forman parte del metabolismo de los organismos vivos, aeróbicos o anaeróbicos que se encuentran presentes en el agua.

Sirve como fuente de reserva de CO₂ para la fotosíntesis. Cuando las aguas tienen un valor menor a 20 mg de CaCO₃/L se vuelven muy sensibles a la contaminación ya que no poseen la capacidad de oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH. (Msc. Carmen Barreto, 2009)

1.1.1.2.3. *Dureza*

Es la concentración de compuestos minerales presentes en el agua, principalmente de calcio y magnesio, es de mucha importancia tener conocimiento del tipo de agua que consumimos, ya que una agua muy dura puede ocasionar que cañerías, tuberías, se puedan obstruir con las incrustaciones que estas generan.

Tabla 1.1. Clasificación del agua según su Dureza

DUREZA COMO CaCO ₃	INTERPRETACIÓN
0 – 75	Agua Suave
75 – 150	Agua Poco Dura (Apta para Consumo)
150 – 300	Agua Dura
> 300	Agua muy Dura

Fuente: (Lic. Sergio Alejandro Rodriguez, 2010)

1.1.1.2.4. *Calcio*

Este mineral junto al magnesio son los principales causantes de la dureza que contiene un cuerpo de agua, representa más un problema económico que un problema de salud al momento de potabilizar el agua, debido a la obstrucción de cañerías por incrustaciones de calcio. (Lic. Sergio Alejandro Rodriguez, 2010)

1.1.1.2.5. *Magnesio*

Al igual que el calcio, el magnesio es un precursor de la dureza del agua, la presencia de este elemento en cantidades pequeñas no es de mucho peligro a la salud, pero, en cantidades importantes tiende a producir efectos laxantes. (Lopez V. Nancy, 2013)

1.1.1.2.6. *Hierro*

Un cuerpo de agua con concentraciones elevadas de hierro tiende a ser de color rojizo, mancha la ropa blanca; no provoca trastornos en la salud en las proporciones que normalmente se encuentran en el agua. Se puede incorporar a un cuerpo de hídrico



UNIVERSIDAD DE CUENCA

mediante escorrentía, al igual que puede provenir del vertimiento directo de residuos industriales en forma de sales ferrosas y férricas. (Lopez V. Nancy, 2013)

1.1.1.2.7. Taninos y Ligninas

Son producto de la descomposición de las plantas, estos elementos están presentes en las paredes celulares de las plantas vasculares, no son perjudiciales para la salud en bajas proporciones. (Estrella Córdova Raúl, 2014)

1.1.1.2.8. Manganeso

No es problema para la salud, su importancia influye en el proceso de potabilización del agua ya que la presencia de este elemento en los filtros de agua y en los conductos de distribución favorece el crecimiento de ciertos microorganismos. (Lopez V. Nancy, 2013)

1.1.1.2.9. Cobre

La presencia de cobre en un cuerpo de agua natural no puede perjudicar problemas a la salud si es en bajas proporciones, ya que en concentraciones que pueden ser tóxicas el agua adquiere un sabor muy desagradable que la vuelve imbebible. (Orellana Jorge A., 2005)

1.1.1.2.10. Silicio

Se encuentra presente en las rocas ígneas, cuarzo y arena, el cual llega a un curso de agua mediante la erosión que produce el agua en las rocas y el terreno, muchas aguas naturales tienen presente al menos 10 mg/l de silicio, y algunas pueden llegar a contener hasta 80 mg/l. No tiene efectos tóxicos para la salud conocidos. (Orellana Jorge A., 2005)

1.1.1.2.11. Fluoruros

La presencia de fluoruros en el agua es debida a los efluentes de fábricas de metales, o de fábricas de fertilizantes o plásticos. Si la concentración de fluoruros en el agua de consumo es alta podría dañar la estructura ósea y generar manchas en los dientes. (Guananga P. Ana Cristina, 2013)

1.1.1.2.12. Ortofosfatos disueltos

El fósforo total incluye compuestos distintos como ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico, la determinación de este indicador se la realiza por análisis químico, convirtiendo todos ellos en ortofosfatos.

Debido a que los fosfatos son limitantes del crecimiento de plantas y nutrientes de toda la vida acuática existente, su presencia en exceso está relacionada con la eutrofización de un cuerpo de agua. La principal fuente de fosfatos orgánicos son los provenientes de procesos biológicos, de igual manera una fuente importante de fosfatos son las



UNIVERSIDAD DE CUENCA

descargas de aguas grises que tienen como residuo detergentes comerciales. (Mejia R. Jackelin, 2010)

1.1.1.2.13. Cloruros

Un cuerpo de agua en estado natural por lo general no contiene cloruros en concentraciones tan altas como para que el sabor del mismo se vea afectado. Las normas de calidad han fijado límites que se sustentan más en el gusto que en motivos de salubridad, se considera que por encima de una concentración de 250 mg/l de cloruros, puede tener influencia en la corrosividad del agua. (Mejia R. Jackelin, 2010)

1.1.1.2.14. Sulfatos

Posee efectos directos sobre el sabor, mal olor y disminución del pH del agua, el ion sulfato tiene importancia cuando va asociado con el magnesio y el sodio, ya que produce un efecto laxante en las personas que consuman esta agua. Además, el sulfato en presencia de magnesio o calcio reacciona y forman incrustaciones en tuberías y artefactos. (Guananga P. Ana Cristina, 2013)

1.1.1.2.15. Nitratos y Nitritos

Son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno. Las fuentes artificiales de nitratos y nitritos provienen del uso de fertilizantes utilizados en la agricultura, estiércol y purines provenientes de actividades ganaderas, y de desechos orgánicos con origen urbano o industrial. (Lopez V. Nancy, 2013)

1.1.1.3. CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

1.1.1.3.1. Bacterias

Las bacterias entéricas son las bacterias que se encuentran con regularidad en el agua, estas colonizan el tracto intestinal del hombre y son eliminadas a través de las heces, cuando estos logran introducirse en el agua sus posibilidades de reproducción y sobrevivencia son limitadas al no presentar el recurso hídrico las mismas condiciones que en el tracto humano.

Debido a lo laborioso y demorado en la detección y recuento a nivel de laboratorio, se ha usado como indicadores el grupo de bacterias coliformes ya que su detección es más rápida y sencilla. El grupo de coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana por ser estos contaminantes comunes del tracto gastrointestinal del hombre y de animales de sangre caliente, permaneciendo más tiempo en el agua que las bacterias patógenas comportándose de la misma manera que los patógenos en los sistemas de desinfección. La presencia de estos en el agua indica la contaminación



UNIVERSIDAD DE CUENCA

bacteriana reciente y constituye un indicador de la degradación de los cuerpos de agua. (M. Arcos, S. Ávila, S. Estupiñan, A. Gomez., 2005)

1.1.1.3.1.1. Grupo Coliforme

Las bacterias pertenecientes a este grupo las encontramos principalmente en el intestino de humanos y de animales de sangre caliente; se introducen en el ambiente por las heces de humanos y animales, sin embargo existen muchos coliformes de vida libre. La ausencia de estos en el agua, nos indica que es bacteriológicamente segura, y su presencia cuantitativa es proporcional al grado de contaminación fecal. Debido a que no todos los coliformes son de origen fecal se los ha dividido en dos grupos:

1.1.1.3.1.1.1. Coliformes Totales

Incluyen especies fecales y ambientales, no son útiles como índice de agentes patógenos fecales, pero se los puede utilizar como indicador de la eficacia del tratamiento y así poder evaluar la integridad y limpieza del sistema de almacenamiento y distribución, y la formación de biopelículas en los mismos. Comprende la totalidad del grupo y son más sensibles a la desinfección; los microorganismos que conforman este grupo son: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Edwardsiella* y *Citrobacter*, viven como saprófitos independientes o como bacterias intestinales. (Cardona Diana, 2011)

1.1.1.3.1.1.2. Coliformes Fecales

Son considerados coliformes fecales: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, al ser microorganismos termotolerantes de origen intestinal, forman parte de la familia *Enterobacteriaceae*, la presencia de *Escherichia Coli* es indicador de contaminación por heces humanas, y su importancia de remoción del agua radica en que estas bacterias fomentan la aparición de enfermedades gastrointestinales en el caso de consumirlas. (Cardona Diana, 2011)

Lopez V. Nancy, 2013, indica que las enfermedades entéricas provocadas por las bacterias que pertenecen al grupo coliforme fecal son:

1.1.1.3.1.1.2.1. Escherichiacoli

Produce diarrea, náuseas, vómito, dolor abdominal y fiebre

1.1.1.3.1.1.2.2. Klebsiella

Causante de enfermedades respiratorias.

1.1.1.3.1.1.2.3. Citrobacter

Causa afectaciones a nivel intestinal y a nivel del colon.



1.2. CONTAMINACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA

El uso del suelo en distintas zonas que se encuentran cerca de una fuente de agua se relaciona con la cantidad de contaminante que se aporta a la misma, un cambio en las condiciones naturales de la cuenca implica una alteración en la calidad del agua, modificando la estructura de las comunidades biológicas ocasionadas por el aumento de la carga orgánica e inorgánica de los cuerpos de agua provocando un crecimiento de microorganismos (bacterias). Muchas de las veces estos microorganismos se convierten en un problema para la salud humana, como es el caso de los microorganismos patógenos transmitidos por el agua, estos microorganismos deben su aparición a un cuidado inadecuado de las cuencas hídricas, pueden ser proliferados en la zona rural por la defecación al campo abierto, un mal tratamiento de aguas servidas en las comunidades, pastoreo, agricultura, crianza de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorio de agentes patógenos, produciendo enfermedades gastrointestinales en el caso de ser consumidas sin el adecuado tratamiento. (M. Arcos, et al., 2005)

Las actividades ganaderas cerca de una fuente de agua contribuyen a la degradación de la calidad del recurso, aportan agentes contaminantes a través del estiércol y purines, y a través de estos el ganado se deshace de los antibióticos y hormonas que normalmente le aplican a cada res. (Leyton Fabiola, 2008), la población bacteriana se incrementa en el agua, cuando existe animales pastando en áreas pantanosas o húmedas adyacentes a los ríos. (Brooks et al., 1991)

Por otra parte, la intensidad del pastoreo repercute en la densidad del suelo con el pisoteo, de tal manera que al presentarse una lluvia, la capacidad de almacenamiento que tiene el suelo es superada fácilmente y ocurrirá un drenaje de nutrientes debido al efecto de escorrentía o lixiviación por la lluvia hacia las fuentes de agua. (Vidal, M; et al., 2000)

1.3. ENFOQUES DE MANEJO DE CUENCAS

Las líneas de intervención tradicionales consideran que el manejo de cuencas sólo está referido al manejo del agua y a la interrelación de este recurso con el medio en el cual se desarrolla el sistema. En ciertas ocasiones los proyectos y planes pueden definir el nivel de interacciones e interrelaciones para dar a conocer la problemática existente, todo esto dependerá del interés de los usuarios, de la capacidad operativa, de su disponibilidad de los recursos y por supuesto de las decisiones políticas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Un enfoque sustancial de manejo de cuencas, es dirigir la atención en un denominado “enfoque antropocéntrico”, mediante el cual se tiene que entender al hombre, por qué hace lo que hace, que tipo de necesidades tiene, qué puede realizar para mejorar el ambiente o conservar los recursos existentes, y para esto se necesita capacitar a las personas (organizaciones, comunidades, familias, hombres, mujeres, y sobre todo a los niños), fortalecer en su capacidad de gestión y principalmente que sean capaces de aportar con alternativas que le brinden beneficios y pueda lograr su bienestar. Considerando todo lo mencionado, y dependiendo fuertemente de las necesidades de atención, los principales enfoques de manejo de cuencas pueden relacionarse cuando:

1.3.1. El Agua es el centro de la planificación y manejo

Adquiere predominancia el concepto de la calidad y cantidad de agua, dependiendo fuertemente de cómo funciona y se maneja el sistema hídrico se da origen al “*Manejo de Cuencas*”.

1.3.2. Los recursos naturales constituyen el centro de la planificación y manejo

De darse esta situación pero de mantenerse al recurso hídrico como elemento integrador en la cuenca se da origen al “*Manejo Sostenible de Cuencas*”.

1.3.3. El enfoque es amplio y se define que el centro de la planificación y manejo es el ambiente

Se mantiene el rol estratégico del recurso hídrico, dando origen al “*Manejo Integral de Cuencas*”. (*Manual de Manejo de Cuencas*, 2004)

1.4. ¿QUE ES UNA MICROCUENCA?

Umaña G. Edmundo, 2002, señala que para un correcto manejo y ordenamiento de una cuenca hidrográfica, es conveniente dividirla a esta en unidades más pequeñas, teniendo así las cuencas, sub cuencas y las microcuencas

1.4.1. Cuenca

La porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural, es decir, drena sus aguas al mar a través de un río único, o que vierte sus aguas a un único lago. Se define por la sección del río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisor de aguas. Umaña G. Edmundo, 2002.

1.4.2. Sub Cuenca

Pertenecen los ríos secundarios que descargan sus aguas en un río principal. Umaña G. Edmundo, 2002,

1.4.3. Microcuenca

Pertenecen los afluentes que descargan sus aguas y alimentan a los ríos secundarios: caños, quebradas, riachuelos. Umaña G. Edmundo, 2002,



Figura 1.2 División de una cuenca hidrográfica.
Fuente: (FUNDESYRAM, 2006)

De igual manera, en todas estas divisiones se debe identificar tres partes: Parte Alta, Parte Media y Parte Baja. Siendo así:



Figura 1.3. Partes de una cuenca hidrográfica.
Fuente: (FUNDESYRAM, 2006)



1.5. LA MICROCUENCA COMO SISTEMA

Ordoñez G. Juan, 2011, le considera a una microcuenca como un sistema debido a que cuenta con entradas, componentes y salidas, para explicar mejor, entendamos desde este punto:

- Se considera **entradas**: La precipitación, los agroquímicos, la radiación solar, la mano de la energía de la maquinaria, obra de los agricultores, las semillas que se siembran, entre otros.
- En cambio los **componentes**: Le dan una estructura y función, tales como: las áreas con cultivos, las agroindustrias, la ganadería, los bosques y selvas, las áreas naturales protegidas, los centros de población, los caminos y puentes, la escuelas, los hospitales, etc.
- Las **salidas**: Pueden ser positivas o negativas, las salidas **positivas** se relacionan con agua en cantidad y calidad para varios fines, producción de alimentos, recreación, servicios ambientales, entre otros; en cambio las salidas **negativas** tienen que ver con la contaminación de aguas, inundaciones, escasez de agua en la época seca, mala calidad del agua, entre las más importantes.

En una microcuenca se producen interacciones e interrelaciones entre sus componentes, por ejemplo una interacción sería; si se deforesta desmedidamente en la microcuenca alta es muy posible que en épocas de abundante lluvia se produzcan inundaciones en la microcuenca baja. Mientras que una interrelación sería la degradación ambiental debido a la baja educación ambiental, a la falta de participación comunitaria y al desinterés de las autoridades por el cuidado y preservación de nuestros recursos hídricos, condiciones ambientales adversas, tecnologías inapropiadas, etc.

Las salidas negativas que se puedan presentar en una microcuenca es producto de la falta de control en las interacciones y en las interrelaciones que se presentan en sus componentes. (Umaña G. Edmundo, 2002)

1.6. LOS SUBSISTEMAS DE LA MICROCUENCA

(Umaña G. Edmundo, 2002), afirma que una microcuenca hidrográfica presenta diferentes subsistemas que interactúan y se relacionan con varios componentes presentes en el medio, estos subsistemas son:

1.6.1. Económico

Son todas las actividades económicas que el ser humano realiza en actividades industriales, agropecuarias, manejo de recursos naturales, obras de infraestructura como vías, acueductos, asentamientos humanos.

1.6.2. Social

Relacionado con elementos demográficos, políticos, normativos, presencia institucional, salud, educación, servicios públicos, tenencia de la tierra, nivel de empleo, ingresos, vivienda.

1.6.3. Cultural

Implica tradiciones, saberes, prácticas, pensamientos y arte que identifican la población de una zona.

1.6.4. Físico

Lo integran el relieve, la geología, geomorfología, clima, suelo, y los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

1.6.5. Biológico

Lo comprenden fauna, flora, y cobertura vegetal que ha sido cultivada por el ser humano.



Figura 1.4. Subsistemas de una microcuenca.
Fuente: (FUNDESYRAM, 2006)

1.7. PLAN DE MANEJO DE MICROCUENCA

Instrumento de planificación que orienta acciones y ayuda a la toma de decisiones que puedan favorecer el desarrollo integral de la microcuenca, todo esto en base de la gestión de recursos naturales y la conservación del ambiente buscando un bien común,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

el bienestar socioeconómico de la población. Para que un plan funcione correctamente se recomienda que sea actualizado periódicamente, enfocándose en el monitoreo, evaluación y resultados obtenidos. (Comisión Nacional de Microcuencas, Proyecto Tacaná, 2009)

1.8. MATRIZ CAUSA-EFECTO

Se fundamenta en la relación Causa-Efecto o en el principio de la causalidad, para organizar y representar varias ideas sobre el origen de un problema, donde la causa siempre precede al efecto, ya que estos siempre se dan en un tiempo y espacios contiguos, pudiendo decir que la causa y efecto forman parte del mismo objeto como la cara y sello pertenecen a una sola moneda.

Según Jaimes C. et al., 2006, una matriz Causa-Efecto evalúa los impactos ambientales que afectan un determinado lugar, estos se dividen en Impactos Físicos - Químicos, Biológicos, y Sociales, y se relacionan entre ellos; entre las principales características de esta matriz se puede indicar que:

- Valora la relevancia o incidencia de los niveles de influencia entre las causas y los efectos definidos en la matriz.
- Útil para la evaluación en términos absolutos y porcentuales, el deterioro ambiental en una zona a diferentes niveles (microcuenca, subcuenca o cuenca).
- Facilita la obtención de un valor cuantitativo referido al grado de deterioro ambiental en el área estudiada.
- Cualquier persona que cuente con un buen nivel de referencia de la problemática ambiental puede levantar la información de la zona.
- Esta matriz puede ser aplicada a distintos grupos de organización como: comunidades, comités de riego, juntas de agua potable, consejos comunales, entre otras.

1.9. MATRIZ PROBLEMA-SOLUCIÓN

Se complementa a la matriz causa-efecto, y nos permite proponer soluciones gracias a la relación entre los efectos y las causas. Jaimes C., et al. 2006 manifiesta que esta matriz nos permite examinar las acciones propuestas en los siguientes puntos:

- Analizar su nivel de incidencia en la solución del problema y priorizar las de mayor importancia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Verificar interdependencias y agrupar acciones complementarias.
- Definir alternativas con base en las acciones agrupadas.
- Verificar la factibilidad física, técnica, presupuestaria, institucional y/o cultural de cada alternativa.

1.10. MARCO LEGAL

1.10.1. Constitución de la República del Ecuador

La Asamblea Nacional del Ecuador 2008, ha establecido leyes que protegen los recursos naturales; entre estas, los principales artículos que establecen el cuidado de los recursos naturales, en especial del recurso agua son:

1.10.1.1. Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera, Naturaleza y Ambiente. (Capítulo II)

Art. 395 La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.10.1.2. Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Sexta, Agua. (Capítulo II)

Art. 411. El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

1.10.1.3. Derechos de libertad. (Capítulo VI)

Artículo 66: Se reconoce y garantizará a las personas: El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

1.10.1.4. Derechos de la naturaleza. (Capítulo VII)

Artículo 71: La naturaleza o pacha mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promuevan el respeto a todos los elementos que conforman el ecosistema.

Artículo 72: La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Artículo 73: El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Artículo 74: Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el estado.

1.10.2. Libro VI TULSMA, reforma 4 de Noviembre del 2015

El Ministerio del Ambiente del Ecuador establece en el capítulo VIII, sección III del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente– TULSMA, LIBRO VI, los artículos de protección del recurso agua, tales como:

1.10.2.1. Calidad de los componentes bióticos y abióticos, Parágrafo I, del agua.

Art. 209, De la calidad del agua: Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores. En cualquier caso, la Autoridad Ambiental Competente, podrá disponer al Sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas así como del cuerpo de agua receptor.

Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso.

Art. 210 Prohibición.- De conformidad con la normativa legal vigente:

- a) Se prohíbe la utilización de agua de cualquier fuente, incluida las subterráneas, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados;



- b) Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación;
- c) Se prohíbe la descarga y vertidos de aguas servidas o industriales, en quebradas secas o nacimientos de cuerpos hídricos u ojos de agua; y,
- d) Se prohíbe la descarga y vertidos de aguas servidas o industriales, sobre cuerpos hídricos, cuyo caudal mínimo anual no esté en capacidad de soportar la descarga; es decir que, sobrepase la capacidad de carga del cuerpo hídrico.

La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades del Agua y agencias de regulación competentes, son quienes establecerán los criterios bajo los cuales se definirá la capacidad de carga de los cuerpos hídricos mencionados.

1.10.2.2. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

1.10.2.2.1. Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de agua superficial o subterránea, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo humano,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.

Esta Norma aplica a la selección de aguas captadas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, para lo cual se deberán cumplir con los criterios indicados a continuación.

Tabla 1.2. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al recurso agua

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano.	mg/l	0.3
Aluminio Total	Al	mg/l	0.2
Amonio	NH ₄	mg/l	0.5
Arsénico	As	mg/l	0.1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Coliformes Totales	NMP	NMP/100 ml	20000
Bario	Ba	mg/l	1.0



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0.1
Cinc	Zn	mg/l	5.0
Cobre	Cu	mg/l	2.0
Color	Color real	Unidades de Platino – Cobalto	75.0
Compuestos Fenólicos	Fenol	mg/l	0.001
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0.05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1.5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro Total	Fe	mg/l	1.0
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0.0005
Mercurio	Hg	mg/l	0.006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50.0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0.2
Potencial Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6 – 9
Plata	Ag	mg/l	0.05
Plomo	Pb	mg/l	0.01
Selenio	Se	mg/l	0.01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Tensoactivos	Sustancias activas al azul metileno	mg/l	0.5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0.2
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad	UNT	100.0

Fuente: (MAE -Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

1.10.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua.

La Asamblea Nacional del Ecuador, 2014, creó esta ley, de donde sobresalen los siguientes artículos:



Art. 12. Protección, recuperación y conservación de fuentes.

El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales.

El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia.

El uso del predio en que se encuentra una fuente de agua queda afectado en la parte que sea necesaria para la conservación de la misma. A esos efectos, la Autoridad Única del Agua deberá proceder a la delimitación de las fuentes de agua y reglamentariamente se establecerá el alcance y límites de tal afectación.

Los propietarios de los predios en los que se encuentren fuentes de agua y los usuarios del agua estarán obligados a cumplir las regulaciones y disposiciones técnicas que en cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria establezca la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la conservación y protección del agua en la fuente.

Art. 13. Formas de conservación y de protección de fuentes de agua.

Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.



Art. 32. Gestión pública o comunitaria del agua.

La gestión del agua es exclusivamente pública o comunitaria. La gestión pública del agua comprende, de conformidad con lo previsto en esta Ley, la rectoría, formulación y ejecución de políticas, planificación, gestión integrada en cuencas hidrográficas, organización y regulación del régimen institucional del agua y control, conocimiento y sanción de las infracciones así como la administración, operación, construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica a cargo del Estado.

Comprende, de conformidad con esta Ley, la participación en la protección del agua y en la administración, operación y mantenimiento de infraestructura de la que se benefician los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado.

Art. 64. Conservación del agua.

La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación;
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

Art. 78. Áreas de protección hídrica.

Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Autoridad Única del Agua, previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito



UNIVERSIDAD DE CUENCA

de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público.

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. En el Reglamento de esta Ley se determinará el procedimiento para establecer estas áreas de protección hídrica, siempre que no se trate de humedales, bosques y vegetación protectores.

Cuando el uso del suelo afecte la protección y conservación de los recursos hídricos, la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados y las circunscripciones territoriales, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica, con el fin de prevenir y controlar la contaminación del agua en riberas, lechos de ríos, lagos, lagunas, embalses, estuarios y mantos freáticos.

Art. 79. Objetivos de prevención y conservación del agua.

La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el BUEN VIVIR o SUMAK KAWSAY, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;
- c) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
- d) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;
- e) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,
- f) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de estudio

Para el desarrollo del estudio se llevó a cabo una investigación de carácter descriptiva y explicativa, debido a que se realizó trabajo de campo y se recolectó muestras de agua, las mismas que fueron analizadas en el laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca; con los resultados de los análisis se identificará las causas y efectos de la variabilidad de los valores de cada parámetro estudiado con el fin de llegar a proponer alternativas de manejo adecuado de la microcuenca de la Quebrada Yaguaimi. El nuevo proyecto de la planta de potabilización pretende dotar del servicio de agua potable alrededor de 3000 habitantes.

2.2. Identificación de la zona de estudio y de los puntos de muestreo

La identificación de la zona de estudio y de los puntos de muestreo se la realizó a través de un mapa (Fig. 2.1) generado con el software ARCGis 10.1 mediante información cartográfica facilitada por el Departamento de Obras Públicas del GAD del Cantón Santiago de Méndez, en donde se procede a colocar como punto de referencia la captación actual de agua, y desde ahí asignar las coordenadas de dos puntos; a 500 metros y 1500 metros por encima de esta (Tabla 2.1); la designación de estos puntos de muestreo se la hizo en función de la dificultad de acceso que tiene la quebrada Yaguaimi para caminar cuando existe caudal alto.

Tabla 2.1.Coordenadas de los Puntos de Muestreo en la Microcuenca Yaguaimi.

Puntos de Muestreo en la Microcuenca	COORDENADAS	
	X	Y
Captación Actual	805909.77	9694733.44
500 metros (Microcuenca Media)	806300.61	9694601.95
1500 metros (Microcuenca Alta)	806751.43	9694189.91

Fuente: Autor, 2016

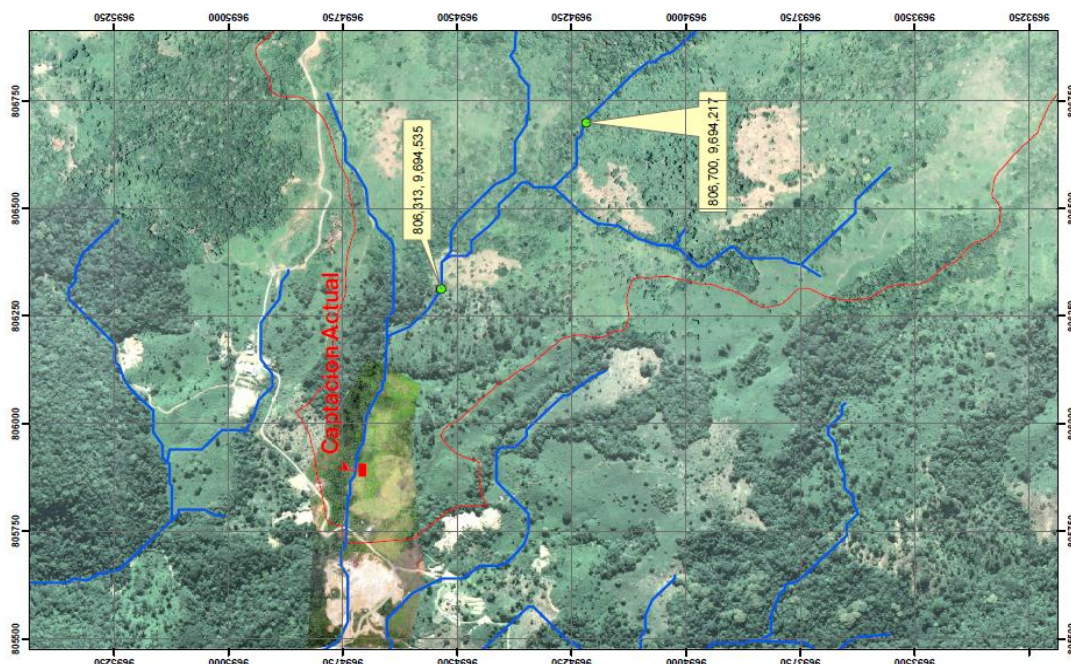


Figura 2.1. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo en la Microcuenca Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

2.2.1. Campañas de Muestreo

Mediante la utilización de un GPS, se procedió a localizar los puntos de muestreo asignados en el mapa, en donde se realizó la toma de muestras.



Figura 2.2. GPS utilizado en la localización de los puntos de muestreo
Fuente: Autor, 2016

Se realizó 6 muestreos de 2 muestras cada uno, durante el periodo mayo del 2016 – octubre 2016 alternando el muestreo de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona. Las muestras de agua se sometieron a un análisis físico-químico y microbiológico a nivel de laboratorio, los datos obtenidos de cada análisis fueron clasificados de acuerdo a su fecha de recolección y tabulados, para luego ser comparados con la normativa establecida en el TULSMA, Libro VI, Anexo 1.



Figura 2.3. Muestreo Microcuenca Baja, Época de Verano
Fuente: Autor, 2016



Figura 2.4. Muestreo Microcuenca Alta, Época de Verano
Fuente: Autor, 2016

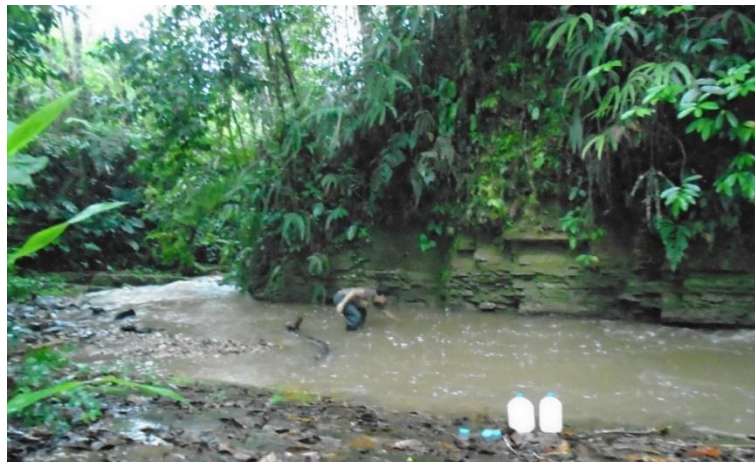


Figura 2.5. Muestreo Microcuenca Baja, Época de Invierno
Fuente: Autor, 2016



Figura 2.6. Muestreo Microcuenca Alta, Época de Invierno
Fuente: Autor, 2016

2.2.2. Manejo y conservación de muestras.

El manejo y conservación de muestras sin duda es uno de los puntos de relevancia, a fin de no alterar sus valores y su posterior interpretación. Existen diferentes tipos de muestras, las simples y las complejas. Las simples, nos indican las condiciones del agua en el momento que se las recolecta, se la utiliza si el caudal del cuerpo de agua fluye de manera intermitente; por su lado, las muestras complejas, es la unión de varias muestras simples que nos indican las condiciones de un cuerpo de agua recolectada en distintos tiempos pero en el mismo punto. (C. Alberto Sierra Ramirez, 2011)

Para este trabajo, se utilizará solo la muestra simple ya que se consideró que las condiciones en los puntos de muestreo son constantes en tiempo y espacio; estas se las recogió en envases de plástico de 3785.41 ml (1 galón) para el análisis físico-químico, y en envases de plástico esterilizados de 50 ml para el análisis bacteriológico, todo esto en base a las especificaciones dadas por el personal del laboratorio.



Figura 2.7. Envases utilizados para los muestreos Físico-Químico (I), y Bacteriológico (D)
Fuente: Autor, 2016

Las muestras se las etiquetó de acuerdo al lugar y hora de recolección.



Figura 2.8. Envases registrados según el lugar y hora de muestreo, Microcuenca Alta (I), y Microcuenca Baja (D)
Fuente: Autor, 2016

Para su posterior traslado, se colocaron las muestras de agua en un Cooler con hielo seco en su interior, manteniendo las muestras a una temperatura adecuada. Todo esto se realizó conforme establece las siguientes normas:

- Norma Técnica Ecuatoriana -: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de muestras.*
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176:1998: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.*



Figura 2.9. Manejo y transporte de muestras al laboratorio.
Fuente: Autor, 2016



2.3. Comparación de los parámetros estudiados con la norma establecida en el “TULSMA”, libro VI, anexo 1

- Los datos obtenidos de la caracterización del agua cruda fueron clasificados y tabulados en Excel, ordenados de acuerdo a la fecha en la que se realizó el muestreo.
- Una vez tabulados, se procedió a realizar Gráficos de Columna, en donde se puede apreciar las variaciones de los datos a través del tiempo y su comparación con la normativa vigente.

2.4. Propuesta de un Plan de Manejo de la microcuenca de la quebrada Yaguaimi.

2.4.1. Identificación y diagnóstico del estado de la microcuenca.

Por medio de visitas de campo, recolección de datos, registro fotográfico y visualización de ortofotos de la zona, se identificó los principales impactos que afectan la microcuenca en estudio, a los cuales se les atribuyó el nombre de “Efectos Encontrados” y luego se los evaluó mediante una Matriz de Causa – Efecto, la cual nos permite evaluar la microcuenca con un valor cuantitativo y porcentual de acuerdo al grado de perjuicio del efecto encontrado; esta matriz analizó los aspectos físicos, biológicos y sociales del lugar.

En la primera columna de la matriz causa-efecto se asigna un código a cada una de las causas (p. ej. C1, C2,Cn), en la segunda columna se describe de manera corta y directa las causas de los efectos encontrados en la Microcuenca. De la columna 3 hasta “n” se colocan los códigos de los efectos encontrados, donde “n” es el número total de efectos. (p. ej. E1, E2,, En).

Se asigna un valor de ponderación en cada cruce de las causas y efectos, permitiendo cuantificar la relación entre causas y efectos. En las dos últimas columnas y filas correspondientes a “Subtotales”, tendremos un valor numérico y porcentual pertenecientes a la sumatoria de las ponderaciones asignadas, donde la última columna (%) expresa el valor porcentual de cada causa, tomando en cuenta la totalidad de los efectos; de igual manera, las dos últimas filas permiten totalizar las sumatorias y el valor porcentual para cada uno de los efectos, considerando la totalidad de las causas.



Tabla 2.2.Formato de una Matriz Causa - Efecto

CAUSAS		EFECTOS						SUBTOTALES	
		E1	E2	E3	E4	E5	En	Σ	%
		Ponderaciones							
C1									
C2									
C3									
C4									
C5									
Cn									
SUBTOTALES	Σ								
	%								

EFECTOS ENCONTRADOS	
E1	
E2	
E3	
E4	
E5	
E6	
En	

Fuente: (Jaimes C., Edgar J.; Ramos G., Yaliza T.; Pineda C., Neida M.; Mendoza M., José G, 2006)

Escala de Ponderaciones:

- **1:** Efecto mínimo
- **3:** Efecto leve
- **5:** Efecto moderado
- **7:** Efecto elevado
- **9:** Efecto máximo



- **Efecto mínimo (1):** cuando la intensidad de los procesos degradativos *no es apreciable en ninguna parte del sistema*.
- **Efecto leve (3):** cuando la intensidad de los procesos degradativos es *ligeramente apreciable en algunas partes del sistema (<25%)*.
- **Efecto moderado (5):** cuando la intensidad de los procesos degradativos es *moderadamente apreciable en algunas partes del sistema (25 - 50 %)*.
- **Efecto elevado (7):** cuando se considera que la intensidad de los procesos degradativos es *evidentemente apreciable en gran parte del sistema (50 – 75%)*.
- **Efecto máximo (9):** cuando la intensidad de los procesos degradativos es *fácilmente apreciable en la totalidad del sistema (>75%)*.

2.4.2. Identificación de soluciones y su factibilidad

Se procederá a aplicar una MATRIZ PROBLEMA-SOLUCIÓN que estará estructurada por tres columnas: la primera de ellas contendrá los problemas de prioridad obtenidos en la anterior matriz ordenados de mayor a menor importancia, en la segunda columna se colocará las alternativas de solución a los problemas encontrados, y en la tercera columna se colocará un valor numérico que representará el nivel de factibilidad para la solución de problemas.

Tabla 2.3. Formato de una Matriz Problema - Solución

MATRIZ PROBLEMA - SOLUCIÓN		
Efectos o Problemas	Acciones o Soluciones Propuestas	Factibilidad

Fuente: (Jaimes C., Edgar J.; Ramos G., Yaliza T.; Pineda C., Neida M.; Mendoza M., José G, 2006)

Tabla 2.4. Factibilidad de las Soluciones Encontradas

GRADO DE FACTIBILIDAD	CRITERIOS	VALORACIÓN
Muy Factible	-Soluciones a muy corto plazo (<1 año). - Recursos financieros disponibles en forma inmediata, provenientes de la misma comunidad o comité de riego. - No se requiere de diseños ingenieriles.	1



	- Asesoría técnica no especializada disponible en la comunidad.	
Factible	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a corto plazo (1 - 2 años). - Recursos financieros no disponibles en lo inmediato porque provienen de organismos crediticios regionales o nacionales (banca privada o entes gubernamentales). - Requieren de un proyecto de inversión. - Asesoría técnica especializada disponible en la región. 	2
Moderadamente Factible	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a mediano plazo (2 - 4 años). - Requiere de proyectos financiables por créditos de organismos nacionales (Ministerios y Empresas del Estado). - Necesitan de asesoría técnica especializada disponible en el país. 	3
Poco Factible	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a largo plazo (> 4 años). - Requiere de proyectos financiables por créditos externos cofinanciados por el ejecutivo nacional (Ministerios y Empresas del Estado). - Necesitan de asesoría técnica especializada disponible en el país y en el exterior. 	4

Fuente: (Jaimes C., Edgar J.; Ramos G., Yaliza T.; Pineda C., Neida M.; Mendoza M., José G, 2006)

2.4.3. Propuesta de los programas y proyectos

De acuerdo a cada solución encontrada y a su nivel de factibilidad se podrá plantear los enunciados de los potenciales proyectos y a través de estos poder generar un programa.

2.4.4. Elaboración de estrategias

Se detallaran los recursos y materiales necesarios y las responsabilidades de los actores involucrados en cada estrategia.

2.4.5. Integración de la comunidad

Para que el proyecto sea vinculado, es necesario que la comunidad y autoridades se involucren de alguna manera, es por esto que, en coordinación con el Presidente de la Junta Administradora de Agua Potable de Patuca, se



realizó un taller explicativo sobre el “Cuidado y Protección de una Microcuenca Hidrológica”, en donde se explicó sobre los siguientes temas:

- Importancia del cuidado del Agua.
- Funcionamiento de una microcuenca y sus interrelaciones con el medio ambiente.
- Socialización de los efectos encontrados en el estudio y como reducirlos



CAPITULO III: MEMORIA TÉCNICA

3.1. Manejo de la Información

La información manejada fue de naturaleza mixta; tanto datos proporcionados por el Departamento de Obras Públicas del GAD del Cantón Santiago de Méndez, páginas Web, libros, instructivos, reglamentos, revistas científicas y datos de campo recolectados.

El nuevo proyecto de la planta de potabilización pretende dotar del servicio de agua potable alrededor de 3000 habitantes. Se realizó 6 muestreos durante el periodo mayo 2016- octubre 2016, alternando el muestreo de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona.

Se tomó una muestra de agua en cada punto asignado dentro de la microcuenca; las muestras se sometieron a un análisis físico-químico y microbiológico a nivel de laboratorio.

3.2. Producción de soluciones alternativas

Problema: Deterioro de la calidad del agua de la quebrada Yaguiami.

Tabla 3.1. Producción de soluciones alternativas

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reforestar para impedir la erosión.	Menor cantidad de sedimentos en el agua.	No se cuenta con un vivero de árboles nativos de la zona.
Manejo de potreros	Disminución de la compactación del suelo.	Falta de interés de los propietarios de los potreros.
Crear zonas de amortiguamiento.	Menor carga contaminante llega al agua.	Terreno inestable a lo largo de la microcuenca.
Propuesta de un plan de manejo de la microcuenca.	Se puede manejar todos los potenciales impactos de la microcuenca.	Falta de apoyo de las autoridades.
Educación Ambiental a la población que vive cerca de la microcuenca.	Mayor conciencia ambiental en el cuidado de las microcuencas.	Desinterés de la población.
Declarar zona protegida toda el área de influencia de la microcuenca.	Menos intervención humana con el uso del suelo.	Controversia social, escasos recursos para indemnizar.

Fuente: Autor, 2016



La alternativa de solución escogida es “**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA**”, debido a que se puede manejar en conjunto todos los potenciales impactos que puedan afectar a la microcuenca.

3.3. Representación gráfica de la solución ideada

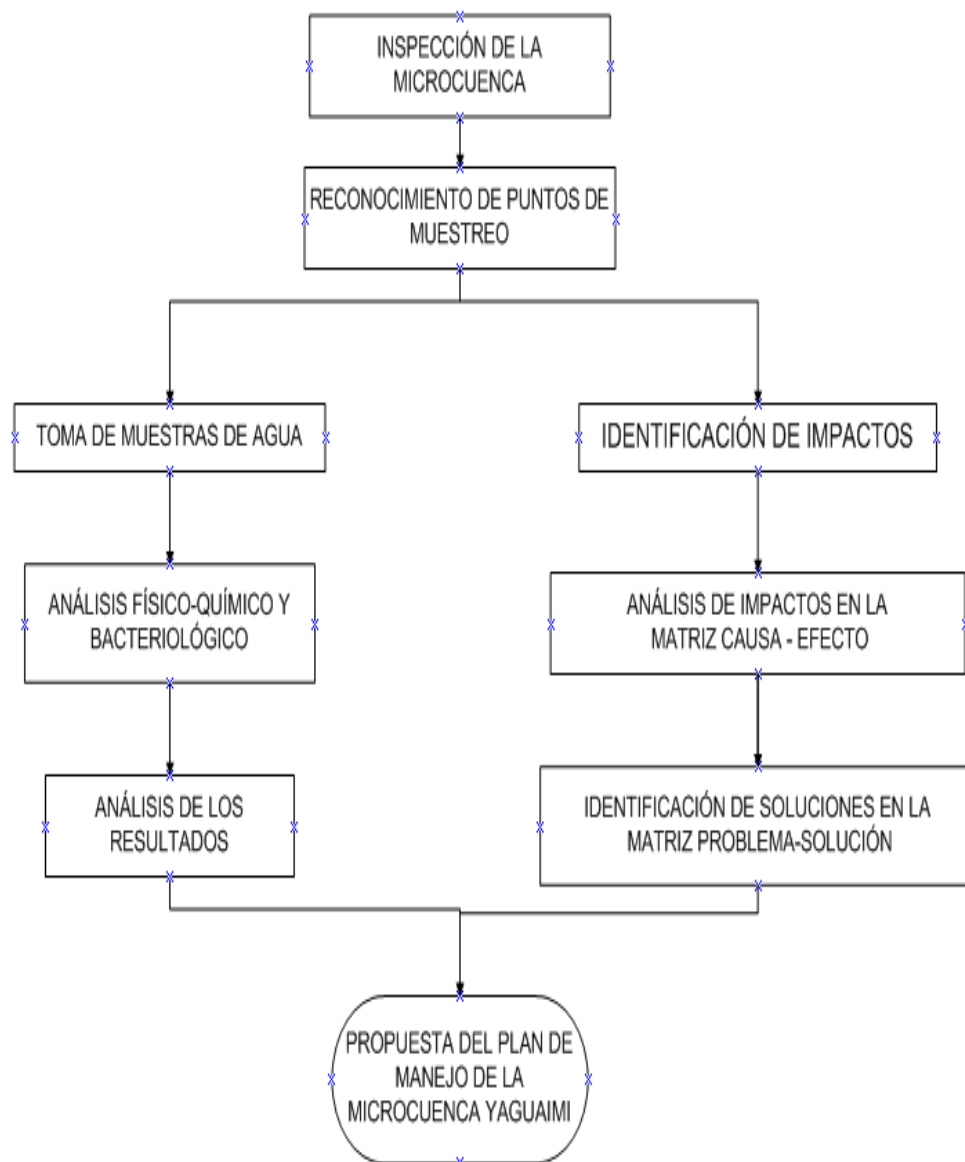


Figura 3.1. Representación Gráfica del proyecto.
Fuente: Autor, 2016

3.4. Trabajo experimental

3.4.1. Descripción del área de estudio

Este trabajo fue realizado en la microcuenca Yaguaimi, ubicada en la subcuenca del río Upano, perteneciente a la parroquia Patuca, cantón Santiago de Méndez, provincia de Morona Santiago. La microcuenca tiene un área de 435.55 hectáreas, sus aguas son captadas con fines de consumo humano, además de servir para otras actividades económicas entre ellas la minería.

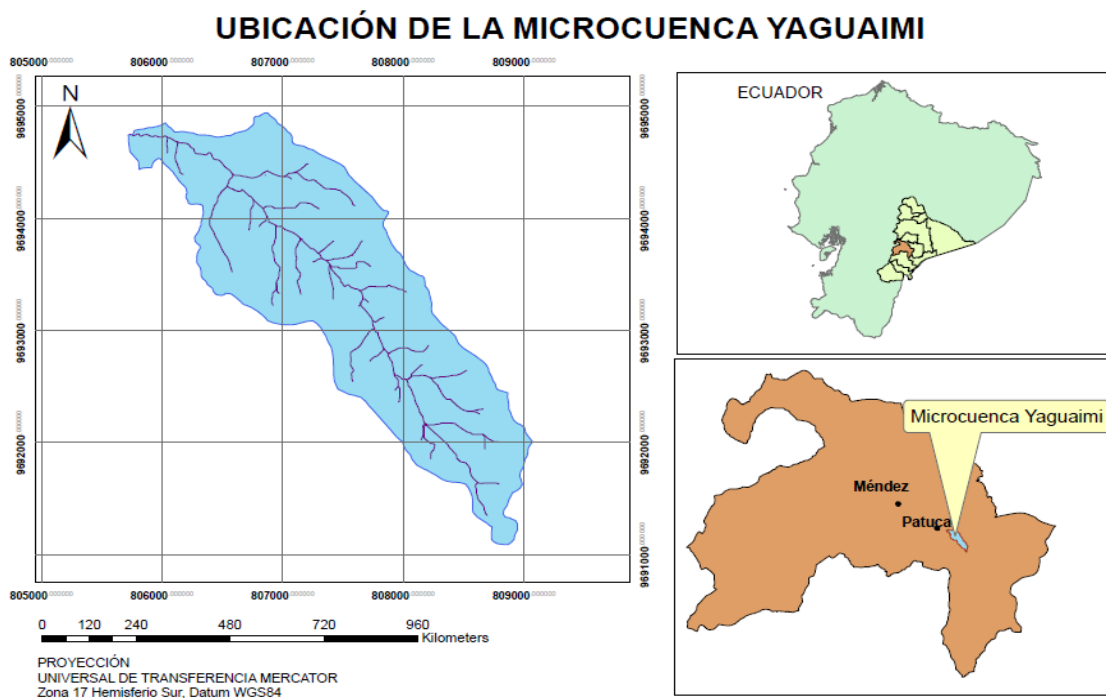


Figura 3.2. Ubicación de la microcuenca Yaguaimi
Fuente: Autor, 2016

3.4.2. Caracterización del Medio Físico

3.4.2.1. Paisaje

La microcuenca se encuentra ubicada en las estribaciones de la cordillera oriental de Trans. Cutucú; se caracteriza por la presencia principalmente de bosque siempre verde montano de las cordilleras amazónicas, además de existir pastizales y sembríos de distintas plantas ubicados en los lugares donde la topografía se hace ligeramente plana, existe presencia de potreros en zonas donde incrementa las pendientes debido al entorno pre montañoso y montañoso del lugar.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Patuca cuenta con ríos, quebradas, cascadas, lagunas en donde se puede realizar actividades de turismo y recreación las cuales realzan la belleza de este rincón de la amazonia ecuatoriana.

3.4.2.2. Clima

El clima que tiene el área de influencia de la microcuenca es considerado húmedo subtropical, teniendo temperaturas mensuales que varían desde 18 a 29°C. La precipitación anual varía desde 487.9 a 2,859.1 mm y la precipitación máxima en 24 horas varía desde 34.8 a 115.9 mm. La zona posee una humedad relativa promedio, de 87%, la nubosidad media varía desde 5 a 8 octavos de cielo cubierto, la evaporación media es de 1,918.9 mm anuales y los días de lluvia por sobre los 0.10 mm diarios está es de 185 a 266 días al año. (AccuWeather, 2016)

3.4.2.3. Geomorfología

El área de estudio está ubicada al este de la provincia de Morona Santiago, en la zona se puede identificar depósitos aluviales y coluviales, terrazas. También se puede identificar rocas metamórficas paleozoicas de origen continental, que constituyen el basamento de todas las secuencias geológicas y están representadas por esquistos cuarcíticos y sercíticos. (GAD del Cantón Santiago de Méndez, Departamento de Obras Públicas., 2015)

3.4.2.4. Suelos

La zona de estudio es Semi montañosa, razón por la que el recurso suelo puede estar propenso a una erosión eólica como hídrica, pese a que la espesa vegetación protege a los materiales que afloran, y que además estos corresponden a horizontes rocosos y depósitos aluviales del río.

La textura de la primera capa del suelo estaría relacionada con la presencia principalmente de conglomerados sueltos con una matriz limosa. La segunda capa corresponde a depósitos aluviales compactos.

3.4.3. Caracterización del Medio Demográfico

3.4.3.1. Población

La Parroquia Patuca cuenta con una población total de 2133 habitantes, es decir el 23% de la población total del Cantón Santiago, de los cuales 1198 son hombres que representan el 56,17% y 935 mujeres con 43,82%. La información del INEC 2010, no reporta la población de la cabecera parroquial y de sus comunidades de manera separada, por lo que estos datos informan de manera



global el número de población de estos dos grupos. Las comunidades que integran la parroquia Patuca son: Nunkantai, San Simón, Puchimi, Sunkants, Piankas, Kimius. Dentro del área de influencia de la microcuenca no existen asentamientos humanos.

Tabla 3.2. Datos de Población

CANTON SANTIAGO			
CÓDIGO	NOMBRE	POBLACIÓN	
		Cantidad	Año
	Cantón Santiago	9295	2010
140550	Santiago de Méndez	3008	2010
140551	Copal	480	2010
140552	Chupianza	467	2010
140553	Patuca	2133	2010
140554	San Luis del Acho	618	2010
140556	Tayuza	1510	2010
140557	Chinimbimi	1079	2010

Fuente: INEC 2010

3.4.3.2. Actividades Socioeconómicas

La principal actividad económica que se realiza en la zona de influencia es la ganadería, dentro de la microcuenca es normal encontrarse con pequeñas plantaciones de plátano y palma que sirven para consumo de las familias dueñas de las fincas que linderan la microcuenca.

En la parroquia Patuca se desarrollan actividades de agricultura, ganadería, minería aurífera, minería de sílice y de material pétreo, comercio interno, administrativo, turístico y gastronómico.

Dentro de la agricultura y el comercio de los productos, se destacan el plátano, yuca, cacao, caña de azúcar, naranjilla, teniendo éstos un mayor mercado a comparación de otros productos de la zona que solo se comercializan internamente.

Respecto a la ganadería, sus actividades se enfocan en la venta de carne y leche dentro y fuera de la parroquia, gran parte del territorio de la parroquia se ha visto intervenido por estas actividades.

La minería aurífera, sílice y material pétreo se ha convertido en una de las principales actividades realizadas por las personas que habitan principalmente la cabecera parroquial, siendo la minería aurífera la primera opción laboral, existen en la parroquia 8 concesiones mineras de oro en actividad, y 5 más están en trámite de otorgamiento, respecto a la minería de sílice existen 2 concesiones,



además 2 concesiones de extracción de material pétreo en el Río Upano. (Agencia de Regulación y Control Minero - ARCOM, 2016).

Actividades de comercio interno, administrativo, gastronómico y turístico son las que se realizan en tiendas, taxis, instituciones educativas, instituciones gubernamentales, restaurantes; la parte turística ha estado creciendo en los últimos años pero esto sin duda no es una actividad bien explotada.

3.4.3.3. Educación

Según el SIISE (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador) en la parroquia Patuca, el analfabetismo es del 4.89%, el porcentaje de personas acabadas la primaria es de 85.55%, personas que han terminado la secundaria 39.66% y de personas que con instrucción superior es de 13.72%.

En las comunidades y en la cabecera parroquial se cuenta con centros educativos que prestan el servicio de educación primaria y secundaria de los niños y jóvenes del lugar. En Patuca existe solo una institución educativa fiscal que es la “Unidad Educativa Héroes del Cenepa”, mientras que cada comunidad cuenta con centros educativos bilingües con instrucción hasta el ciclo básico (10mo A.E.B.). (Ministerio Coordinador del Desarrollo Social, 2010)

3.4.3.4. Salud

Cuenta con dos centros de salud, el primero de carácter público: “Subcentro de Salud Patuca” mientras que el segundo es de carácter privado: “Hospital de Brigada 21 Cóndor”.

3.4.3.5. Vivienda

En la parroquia Patuca el índice de vivienda en cuanto a Casas, villas o departamentos es de 81.21 % y el porcentaje de vivienda propia es de 65.60%. (Ministerio Coordinador del Desarrollo Social, 2010)

3.4.3.6. Servicios Básicos

En lo referente a los servicios básicos, según (Ministerio Coordinador del Desarrollo Social, 2010) se tiene que en la parroquia Patuca, el porcentaje de viviendas con agua potable por red pública dentro de la vivienda es de 28.29%, la red de alcantarillado sirve a un 45.6% de viviendas, el 57.31% de las viviendas cuentan con servicio de recolección de basura, el servicio eléctrico es del 83.65%.



CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas-químicas y microbiológicas de la quebrada Yaguaimi.

De los resultados obtenidos de los muestreos realizados en la microcuenca Yaguaimi, se comparó únicamente los parámetros que tienen una normativa vigente en el TULSMA, siendo así estos, turbiedad, color, sólidos disueltos totales, pH, dureza, hierro, manganeso, cobre, cloruros, sulfatos, nitritos, coliformes totales y coliformes fecales (E. Coli).

4.1.1. Resultados de los muestreos en la Microcuenca Baja

4.1.1.1. Turbiedad

Como se puede observar en la Figura 4.1, el valor máximo de turbiedad registrado lo tenemos en el mes de mayo (22.2 UTM), y el menor en el mes de Octubre (2.98 UTM) esto varía de acuerdo a las condiciones climáticas muy inestables que caracterizan la zona, verificando así que el agua de la quebrada Yaguaimi se encuentra muy por debajo de la normativa del TULSMA (100 UTM).

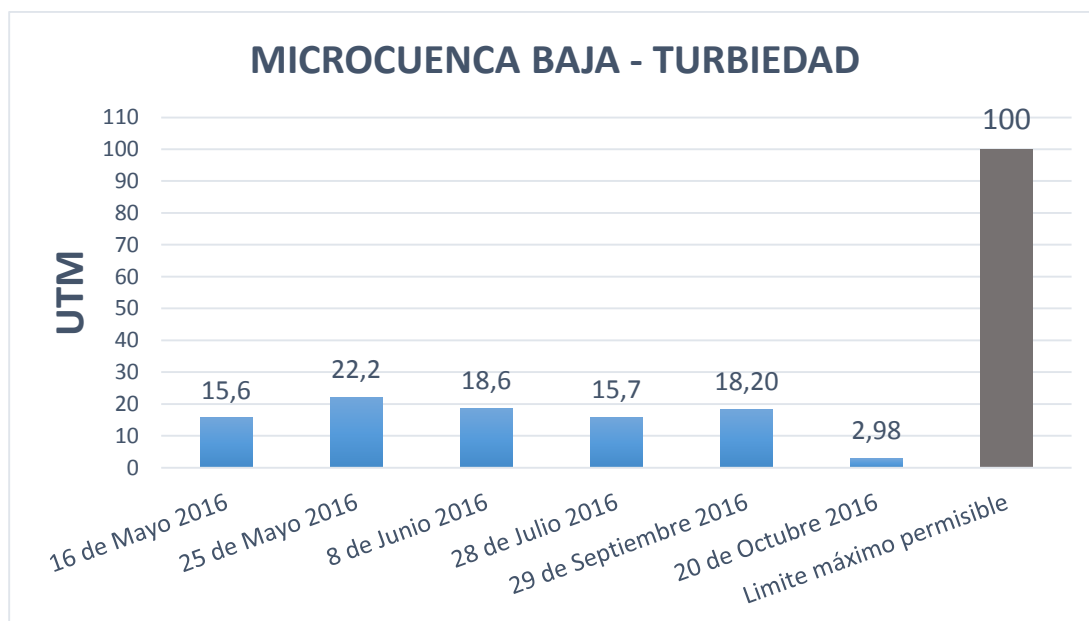


Figura 4.1. Variación de niveles de Turbiedad (UTM) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.2. Color

Los valores más altos registrados los tenemos en los tres últimos meses de muestreo (27, 27, 37, UC, Pt Co), valores que justifican su incremento debido al desprendimiento de la clorofila y descomposición de árboles deforestados que se encontraban en el curso de agua por encima del punto de muestreo en la microcuenca baja. Por el contrario se necesita recalcar que ninguno de estos valores supera lo establecido en el TULSMA (75 UC, Pt Co). (Figura 4.2)

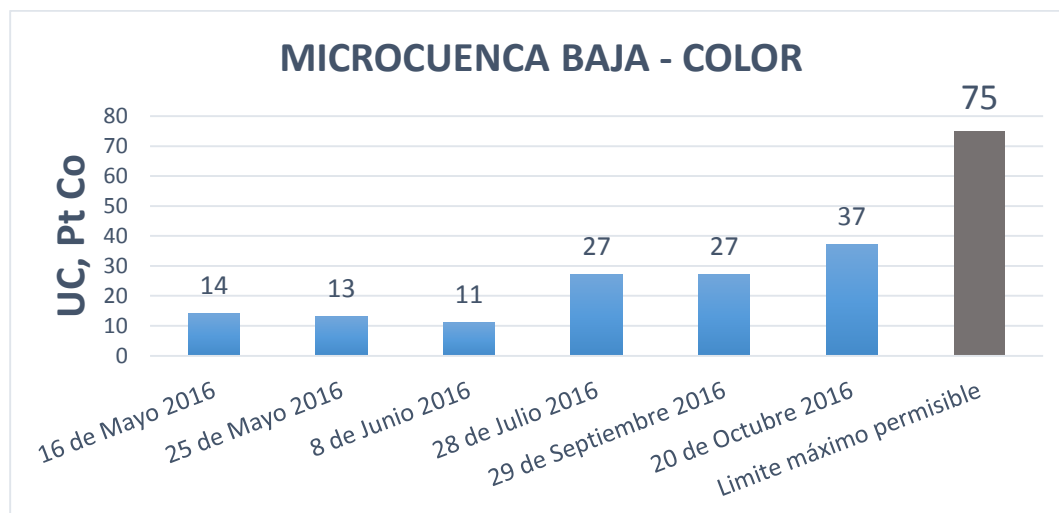


Figura 4.2. Variación de niveles de Color (UC, Pt Co) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.3. Sólidos Disueltos Totales

En la Figura 4.3 podemos observar que los valores de los muestreos no exceden la normativa del TULSMA (1000 mg/l), sino que se mantienen muy por debajo de esta.

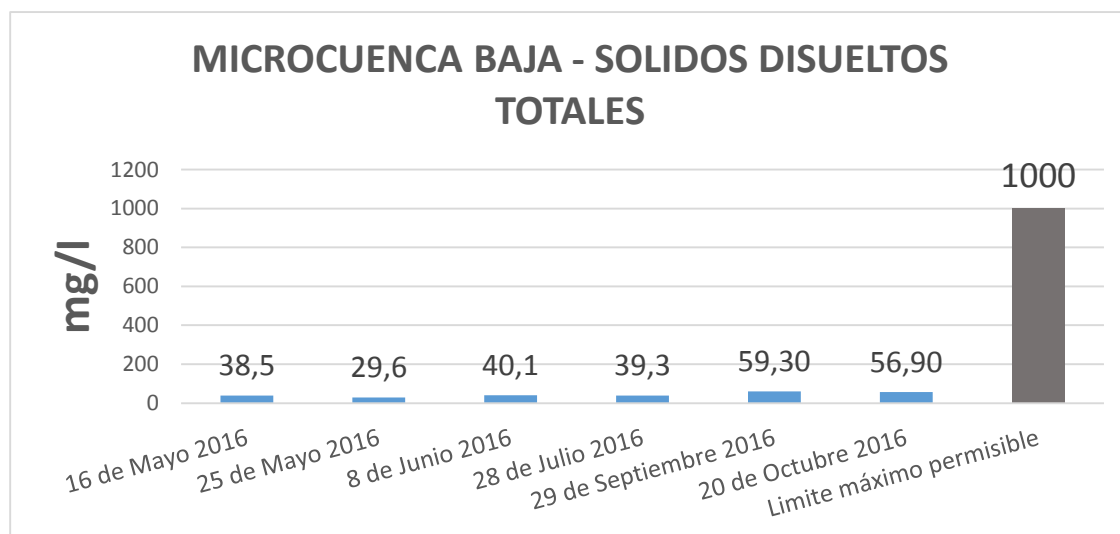


Figura 4.3. Variación de niveles de Sólidos Disueltos (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.4. Potencial Hidrógeno (pH)

Durante los 6 meses de muestreo, los niveles de pH del agua varían entre 7.23 a 7.92 (Figura 4.4), dichos valores no exceden el límite permisible establecido en el TULSMA, cuyo valor no debe ser mayor a 9 o menor de 6.

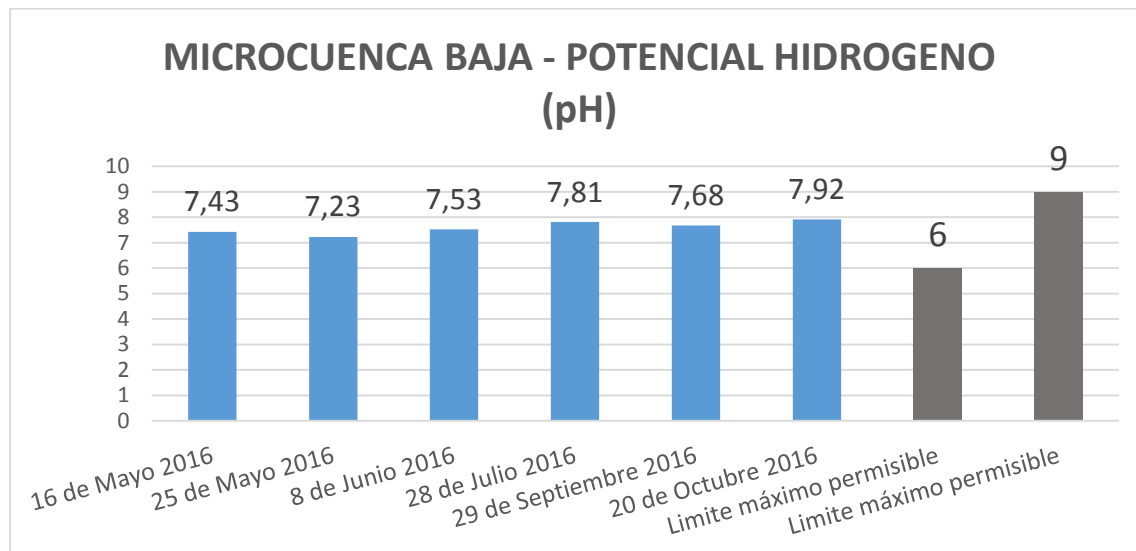


Figura 4.4. Variación de niveles de pH en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.5. Dureza

Debido a los bajos niveles de dureza registrados en los muestreos (Figura 4.5), se puede considerar que el agua de la quebrada Yaguaimi se clasifica como suave, siendo esto beneficioso, puesto que el tratamiento no será muy costoso ni habrá problemas por incrustaciones en las tuberías. Los valores son inferiores al límite deseable (500 mg/l).

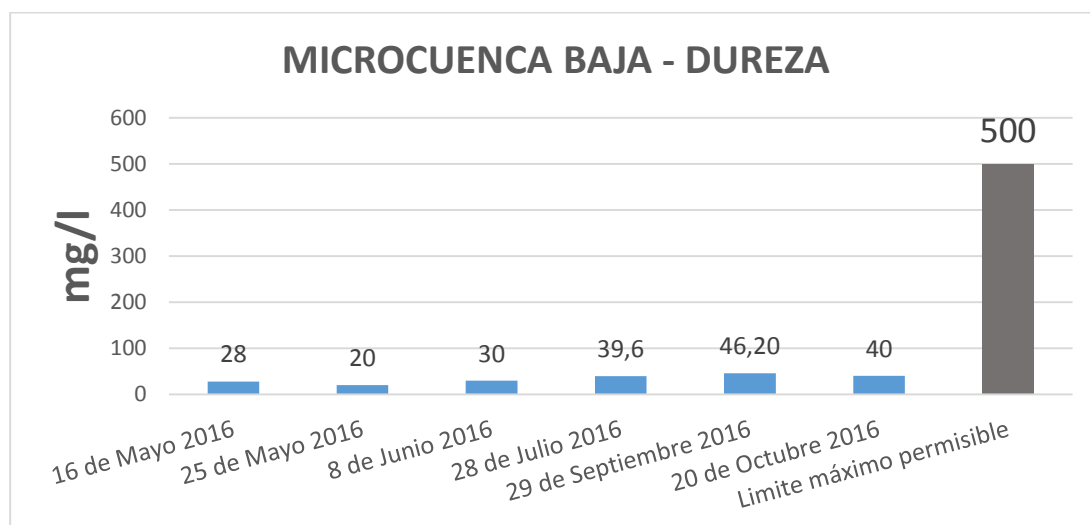


Figura 4.5. Variación de niveles de Dureza (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.6. Hierro

Los niveles de hierro registrados se mantienen muy por debajo de la normativa establecida en el TULSMA de 1 mg/l. (Figura 4.6).

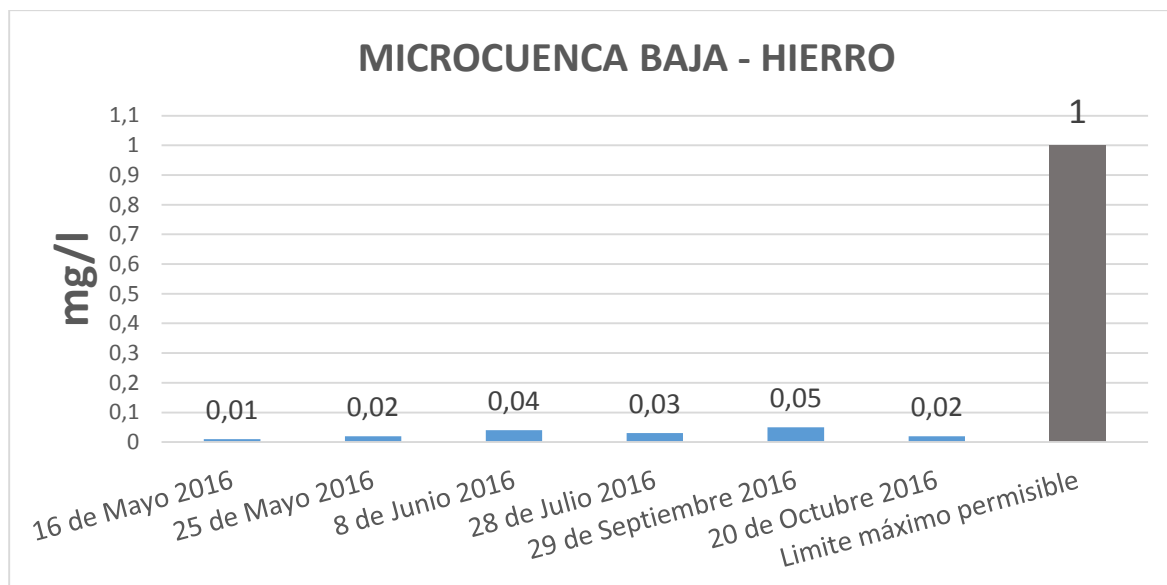


Figura 4.6. Variación de niveles de Hierro (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.7. Manganeseo

Los valores de este parámetro se mantuvieron con un valor constante de 0 mg/l, respetando así el límite máximo permisible establecida en el TULSMA de 0.1 mg/l. (Figura 4.7)

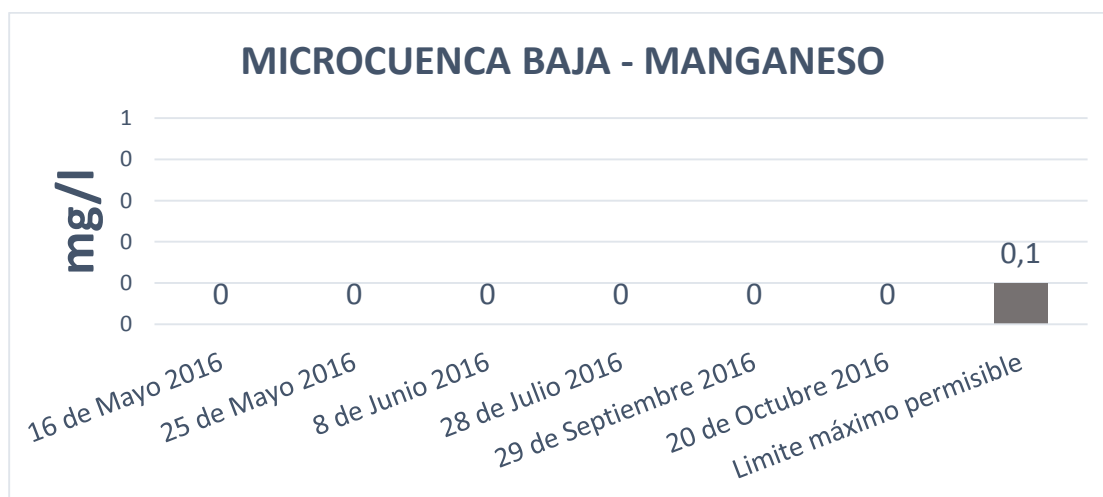


Figura 4.7. Variación de niveles de Manganeseo (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.8. Cobre

El límite máximo permisible establecido en el TULSMA para este parámetro es de 2 mg/l; teniendo valores que van desde 0.01 – 0.03 mg/l, se observa en la Figura 4.8 que el Cobre no supera la normativa.

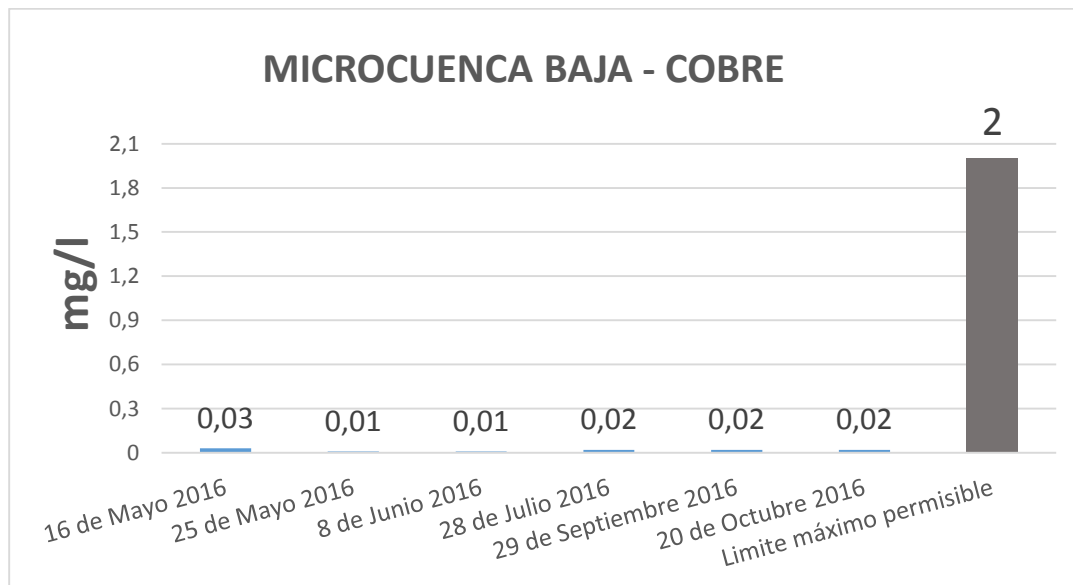


Figura 4.8. Variación de niveles de Cobre (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.9. Cloruros

En la Figura 4.9, los valores de Cloruros varían desde 3.1 a 5.6 mg/l, por lo que no superan el límite máximo permisible establecido en el TULSMA de 250 mg/l.

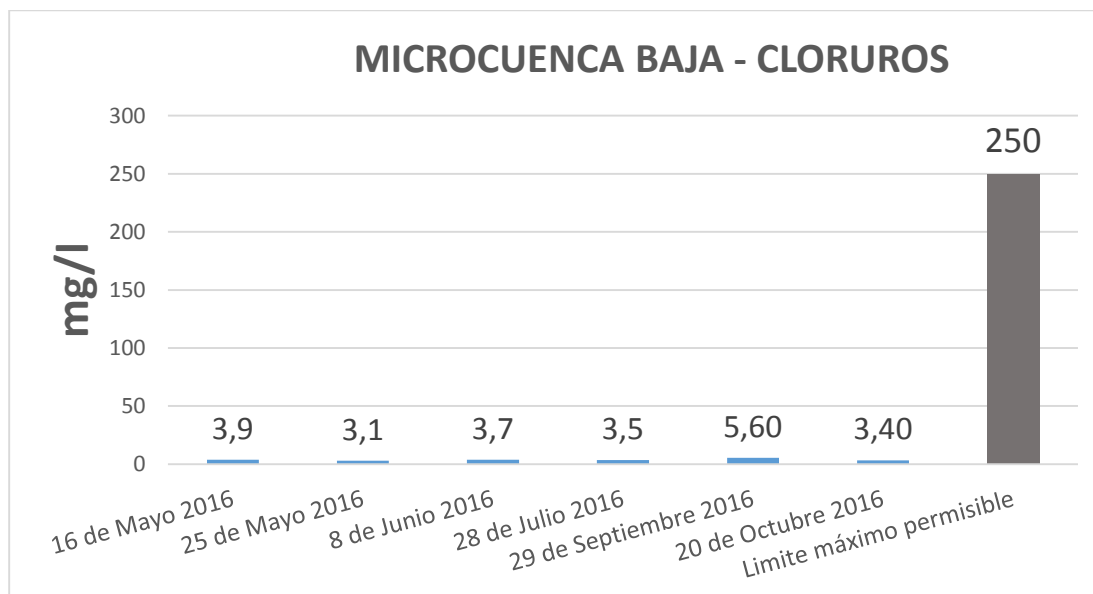


Figura 4.9. Variación de niveles de Cloruros (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.10. Sulfatos

Como se puede observar en la Figura 4.10, los valores obtenidos para este parámetro se encuentran muy por debajo de la normativa del TULSMA de 500 mg/l.

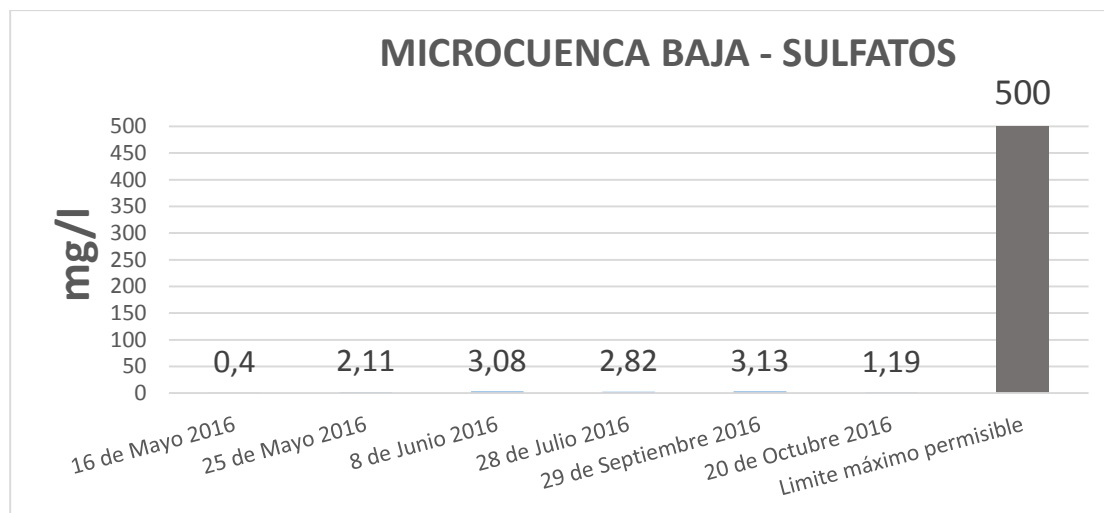


Figura 4.10. Variación de niveles de Sulfatos (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.11. Nitritos

Los valores registrados para este parámetro oscilan de 0.0013 mg/l el más bajo y 0.0496 mg/l el valor más alto (Figura 4.11), sin superar el límite máximo permisible establecido en el TULSMA de 0.2 mg/l en todos los meses de muestreo, no obstante el repentino crecimiento de este valor se da entre los meses de Junio a Septiembre, meses en los que se pudo apreciar que existía presencia de ganado vacuno pastando cerca de la quebrada.

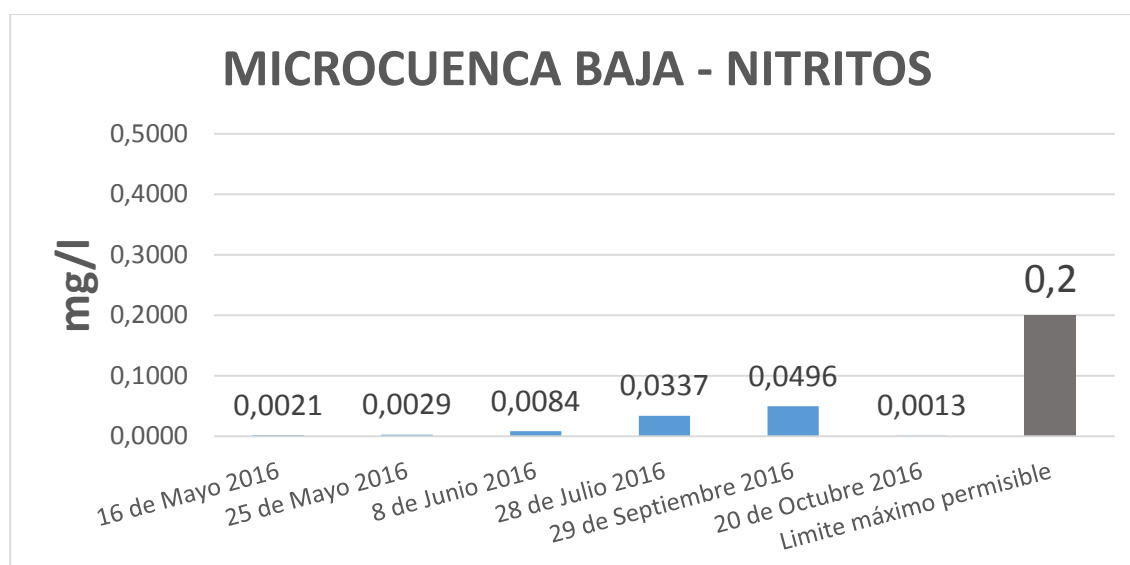


Figura 4.11. Variación de niveles de Nitritos (mg/l) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.12. Coliformes Totales

Como se puede observar en la Figura 4.12, los valores de los meses de 16 Mayo, Junio, Julio y principalmente el mes de Septiembre superan el límite máximo permisible establecido en el TULSMA de 20000 NMP/100ml, la gran variabilidad de los valores de este parámetro se adjudica a las actividades ganaderas que se realizan y la constante deforestación que sufre la zona de influencia, pudiéndose constatar en la visita de campo muchos árboles cortados en estado de descomposición reposando sobre el curso del agua, principalmente en el mes de Septiembre.

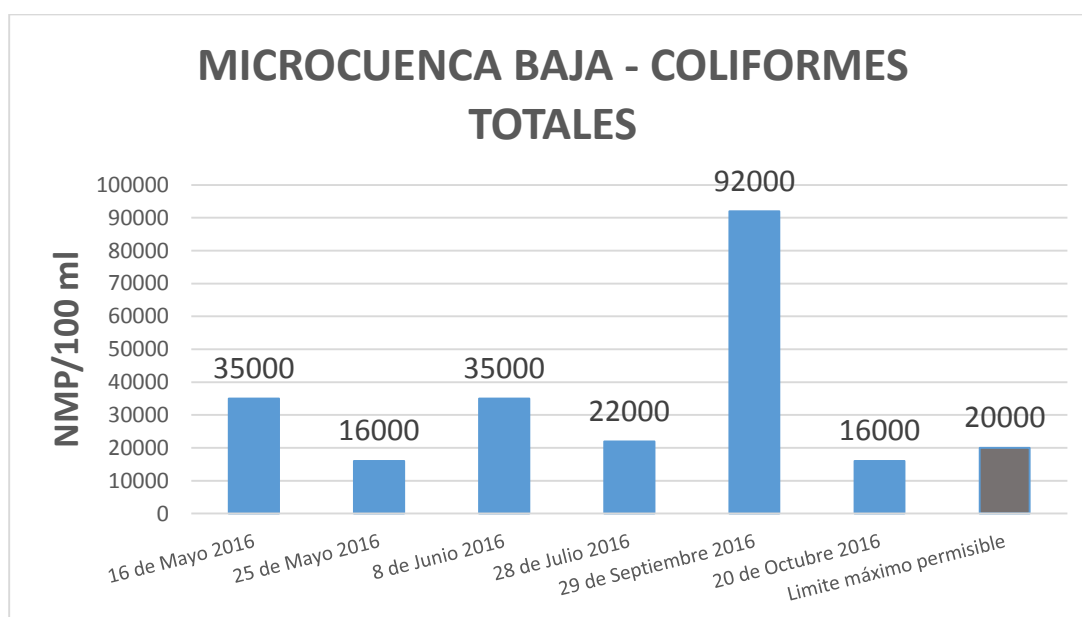


Figura 4.12. Variación de niveles de Coliformes Totales (NMP/100 ml) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.13. Coliformes Fecales (E. Coli)

Los niveles de coliformes fecales se mantiene por debajo de la normativa establecida en el TULSMA de 1000 NMP/100 ml, excepto por el mes de Mayo en donde se registró 4700 NMP/100 ml (Figura 4.13) valor que supera ampliamente la normativa, este valor elevado se lo puede atribuir a la baja educación ambiental que tienen las personas que crían ganado y recorren la zona de influencia, ya que se pudo evidenciar la existencia de excremento humano en una de las orillas por encima de la microcuenca baja. El resto de los meses se lo atribuye directamente al excremento del ganado que pastorea cerca de la fuente de agua.

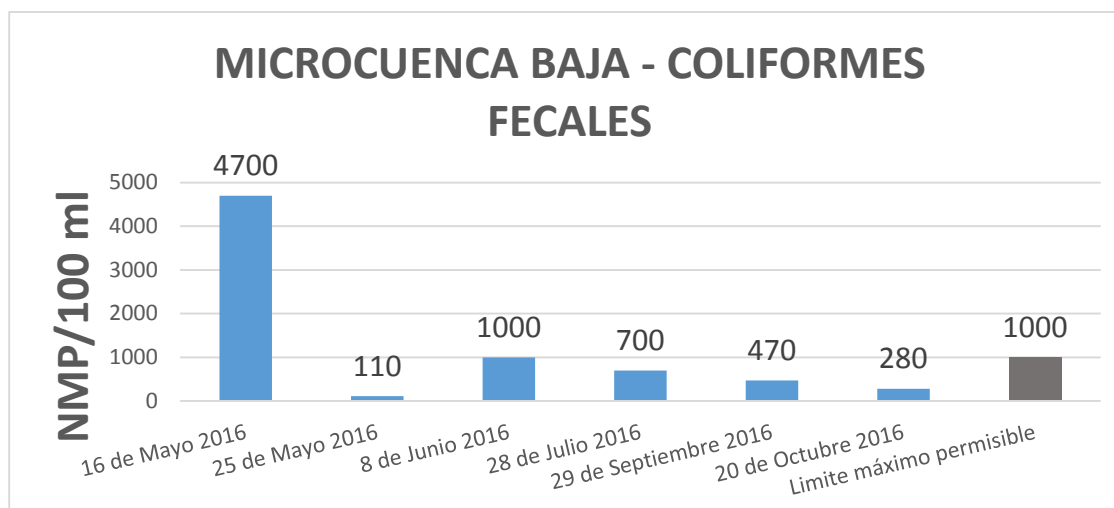


Figura 4.13. Variación de niveles de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) en la microcuenca Baja de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.2. Resultados de los muestreos en la Microcuenca Alta

4.1.2.1. Turbiedad

Como se puede observar en la Figura 4.14, el valor máximo de turbiedad registrado lo tenemos el 16 de mayo (17.4 UTM), y los valores menores el 25 de Mayo (7.24 UTM) y Octubre (7.56 UTM) esto varía de acuerdo a las condiciones climáticas muy inestables que caracterizan a la zona y a comparación de la microcuenca baja, en la visita de campo realizada se puede constatar que la microcuenca alta no tiene un elevado número de vertientes que se unen al cauce principal procedentes de los dos márgenes, lo que no sucede con la microcuenca baja, verificando así que el agua de la quebrada Yaguaimi en la microcuenca alta se encuentra muy por debajo de la normativa del TULSMA (100 UTM).

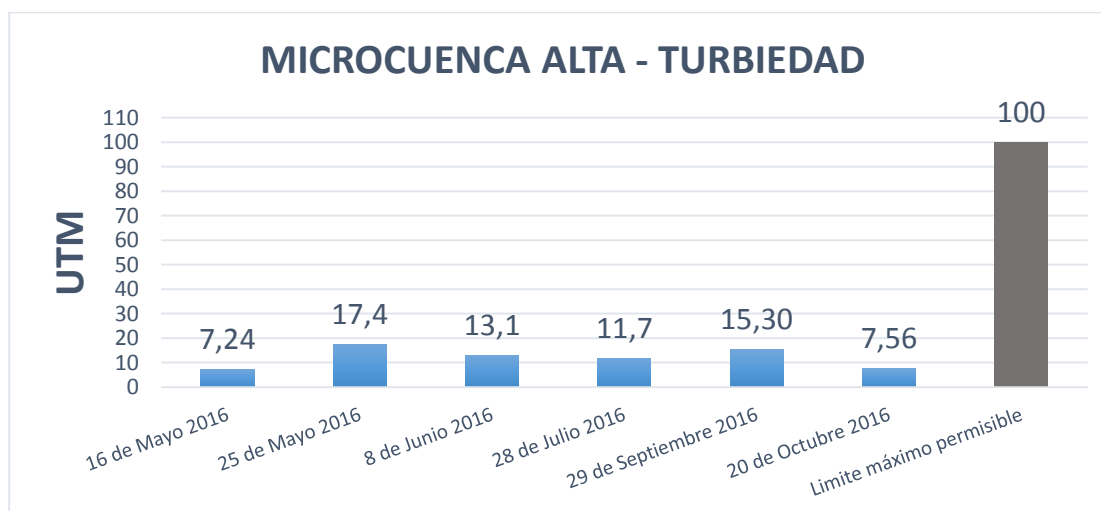


Figura 4.14. Variación de niveles de Turbiedad (UTM) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.2.2. Color

Pese a no superar el límite máximo permisible (75 UC, Pt Co) establecido en el TULSMA los valores registrados (Figura 4.15), presentan una variación entre ellos, esto se justifica por la presencia de árboles y vegetación que se encuentra reposando sobre el curso del agua y aportan con materia pigmentada y por contacto con detritus orgánicos como hojas y madera, en diversos estados de descomposición. De igual manera se pudo evidenciar que en ciertas partes de las pendientes deforestadas existe un proceso de erosión activado.

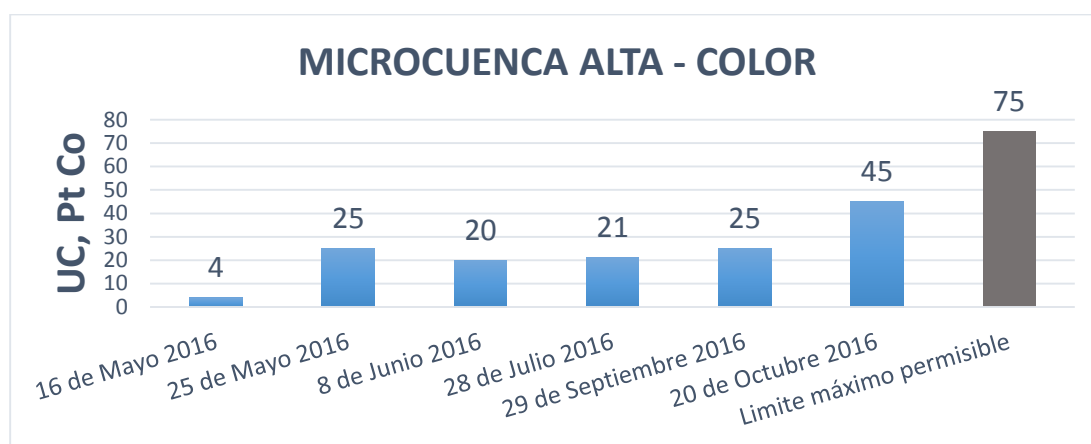


Figura 4.15. Variación de niveles de Color (UC, Pt Co) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.2.3. Sólidos Totales disueltos

En la figura 4.16 podemos observar que los valores de los muestreos no exceden la normativa del TULSMA (1000 mg/l). Se mantienen muy por debajo de la normativa.

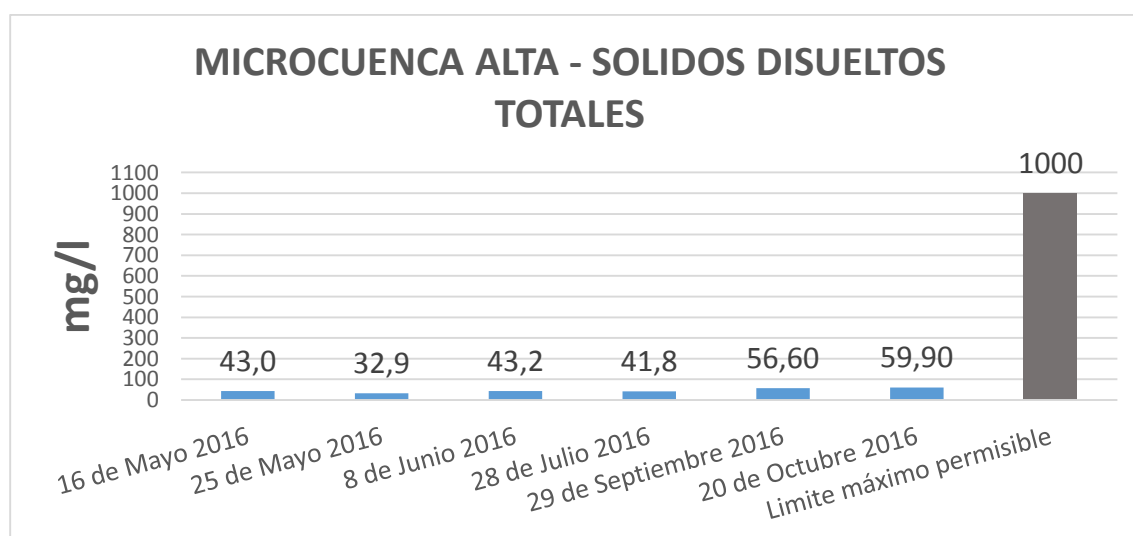


Figura 4.16. Variación de niveles de Sólidos Disueltos (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.2.4. Potencial Hidrógeno (pH)

Durante los 6 meses de muestreo, los niveles de pH del agua de la microcuenca alta varían entre 7.41 a 8.25 (Figura 4.17) dichos valores no exceden el límite permisible establecido en el TULSMA, cuyo valor no debe ser mayor a 9 o menor de 6.

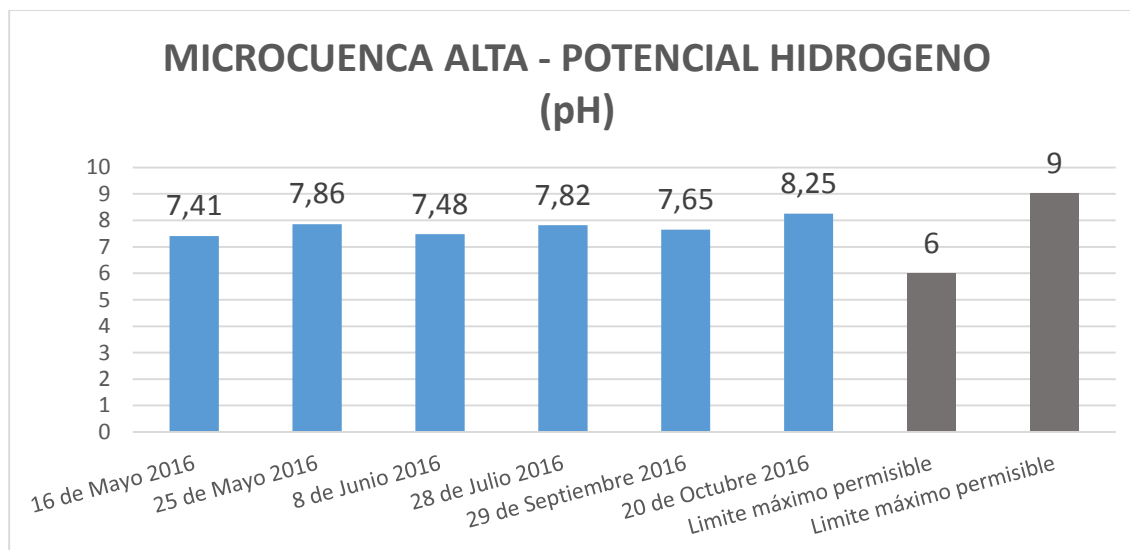


Figura 4.17. Variación de niveles de pH en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.2.5. Dureza

Como se puede verificar en la Figura 4.18, los niveles de turbiedad para la microcuenca alta se mantienen simultáneamente por encima de los de la microcuenca baja, de igual manera se la clasifica como agua suave siendo esto beneficioso, debido a que el tratamiento no será muy costoso. Los valores son inferiores al límite deseable (500 mg/l).

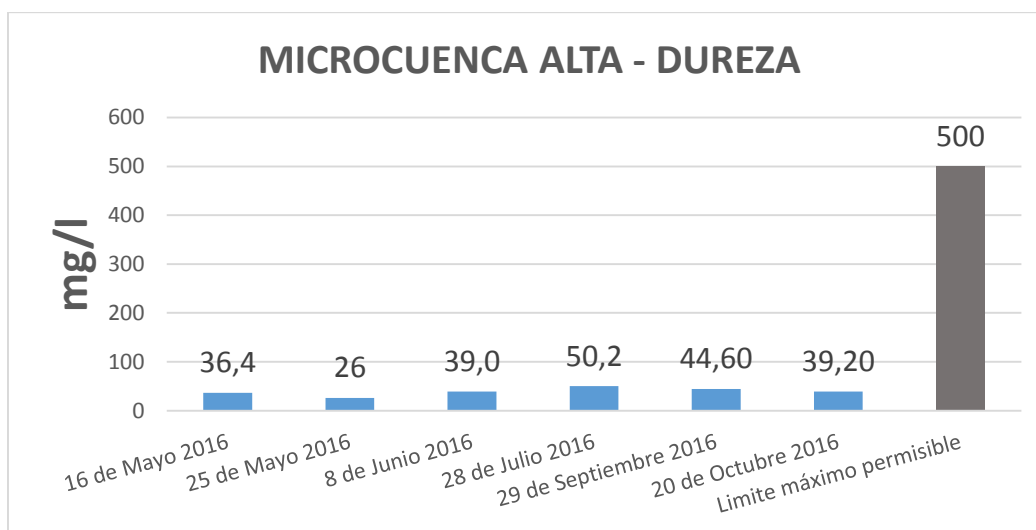


Figura 4.18. Variación de niveles de Dureza (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.2.6. Hierro

Los niveles de hierro registrados en la microcuenca alta se mantienen muy por debajo de la normativa establecida en el TULSMA de 1 mg/l. (Figura 4.19)

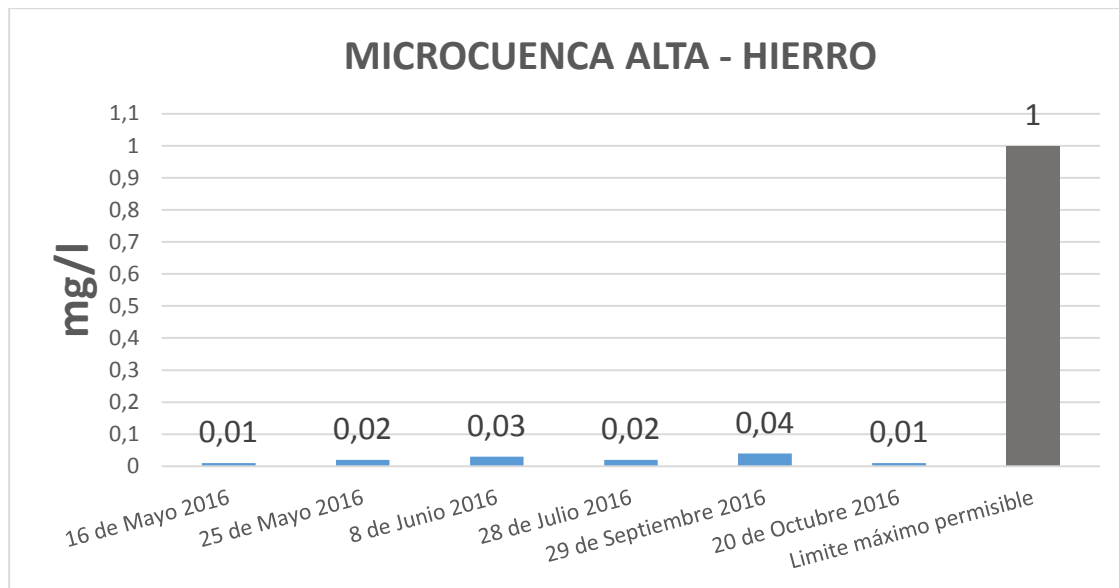


Figura 4.19. Variación de niveles de Hierro (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.2.7. Manganeseo

Como se puede apreciar en la Figura 4.20, los valores de manganeso para este punto de muestreo se mantuvieron en un valor constante de 0 mg/l, respetando así el límite máximo permisible establecida en el TULSMA de 0.1 mg/l.

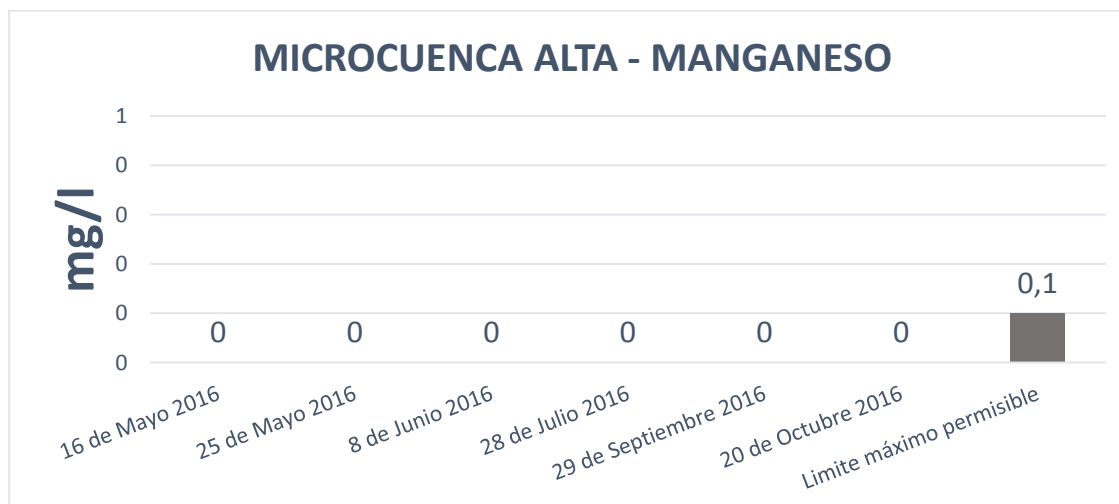


Figura 4.20. Variación de niveles de Manganeseo (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.2.8. Cobre

El límite máximo permisible establecido en el TULSMA para este parámetro es de 2 mg/l; teniendo valores que van desde 0.0 – 0.03 mg/l, se observa en la Figura 4.21 que el Cobre no supera la normativa.

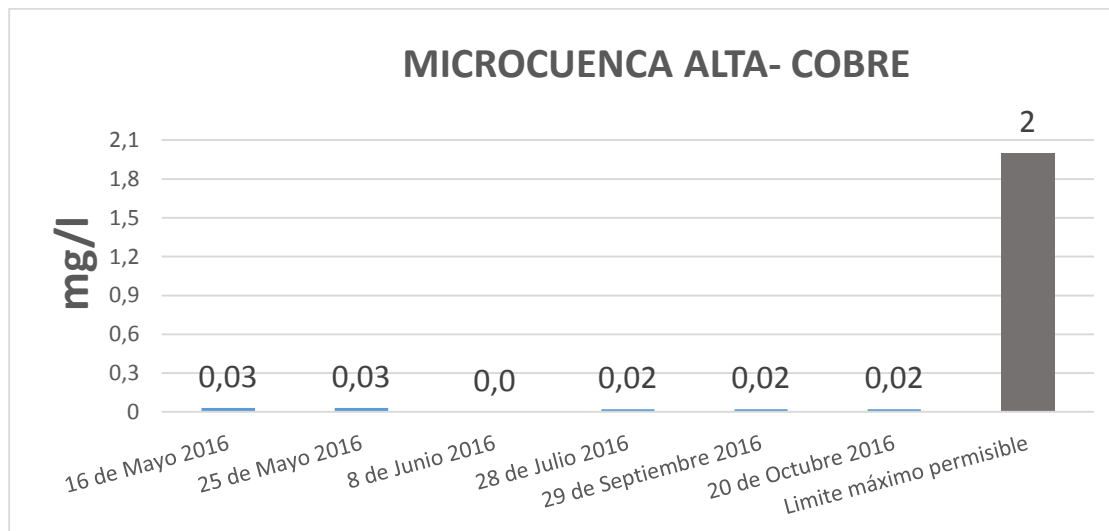


Figura 4.21. Variación de niveles de Cobre (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.2.9. Cloruros

Según la Figura 4.22, los valores de Cloruros para la microcuenca Alta varían desde 2.8 a 5.5 mg/l, por lo que no superan el límite máximo permisible establecido en el TULSMA de 250 mg/l.

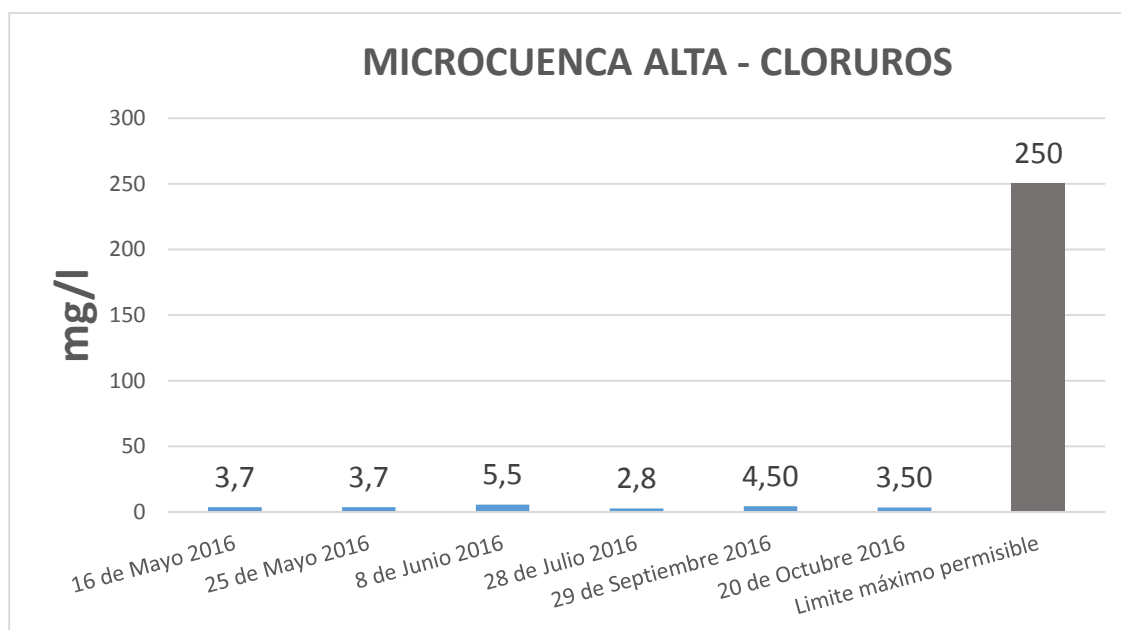


Figura 4.22. Variación de niveles de Cloruros (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.1. Sulfatos

Como se puede observar en la Figura 4.23, ninguno de los valores registrados para este parámetro supera la normativa del TULSMA de 500 mg/l.

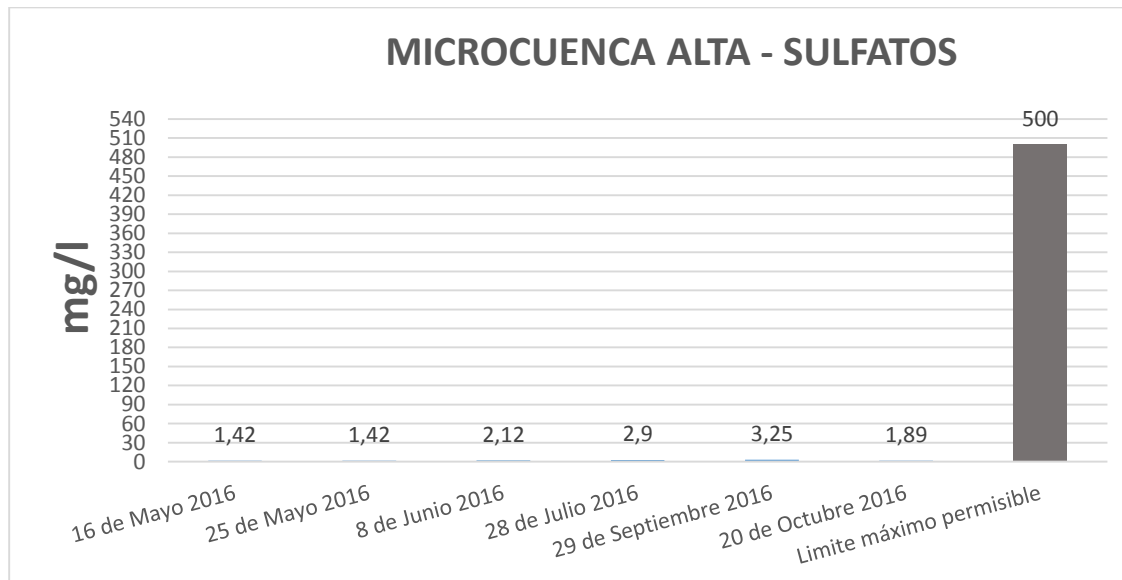


Figura 4.23. Variación de niveles de Sulfatos (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.2. Nitritos

Según se puede apreciar en la Figura 4.24, los valores registrados para este parámetro en la microcuenca alta oscilan de 0.0003 mg/l el más bajo y 0.0594 mg/l el valor más alto, presentando un ligero incremento en comparación con la microcuenca baja, no obstante, los valores registrados no superan el límite máximo permisible establecido en el TULSMA de 0.2 mg/l en todos los meses de muestreo, sin embargo el repentino crecimiento de este valor se da entre los meses de Julio y Septiembre, valor que se justifica por la presencia de ganado cerca de nuestra zona de influencia.

La presencia de Ganado en la microcuenca alta se da principalmente desde el mes de Junio a Octubre, sin embargo las malas prácticas ganaderas que realizan los propietarios del ganado provocan un aumento repentino de este valor ya que el ganado merodea libremente la zona de influencia.

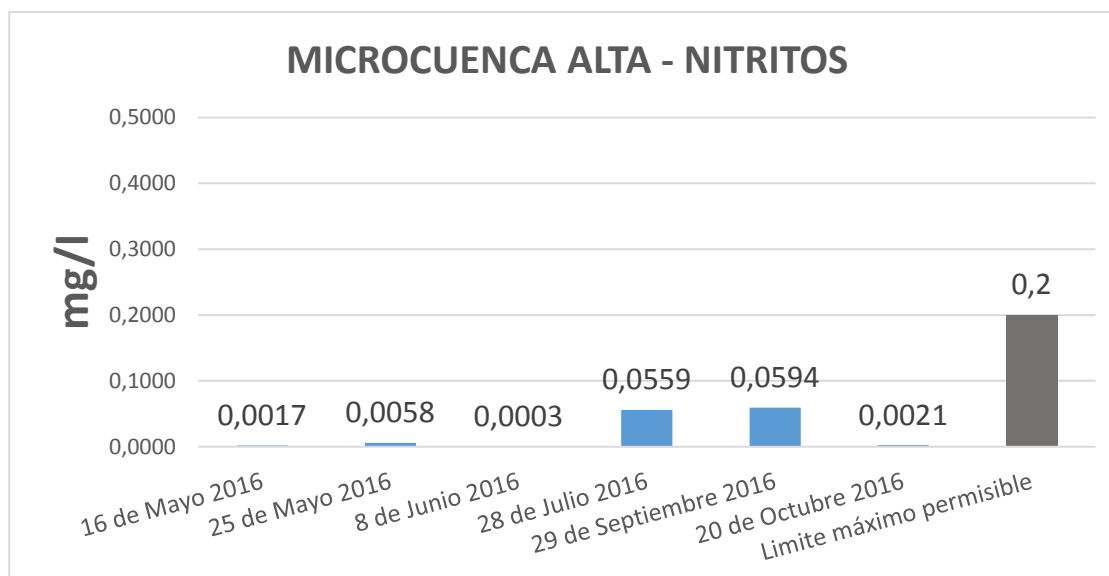


Figura 4.24. Variación de niveles de Nitritos (mg/l) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.1.1.3. Coliformes Totales

Como se puede observar en la Figura 4.25, el único mes que excede la norma establecida en el TULSMA de 20000 NMP/100ml es el mes de Junio, valor que se justifica por la presencia de materia vegetal encontrada en el curso del agua que son arrojadas a la quebrada por los dueños de las fincas, de igual manera se justifica este valor, ocasionado por el ganado que se encontraba pastoreando muy cerca del curso de agua. Sin embargo el nivel de este parámetro se mantiene por debajo del límite máximo permisible en comparación con la microcuenca baja que presentaba mayor cantidad de coliformes totales.

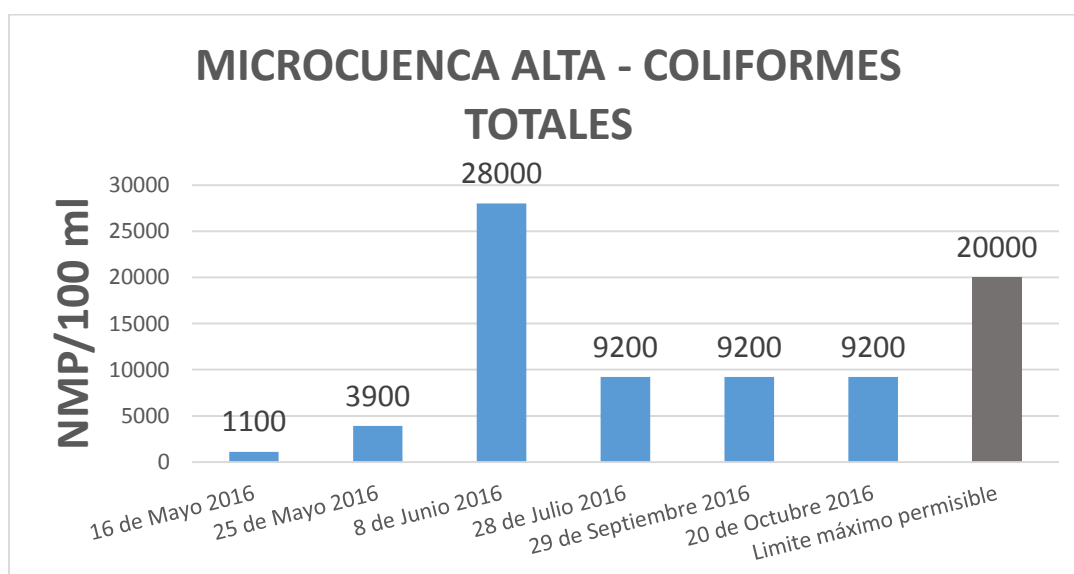


Figura 4.25. Variación de niveles de Coliformes Totales (NMP/100 ml) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016



4.1.1.4. Coliformes Fecales (E. Coli)

Los niveles de coliformes fecales para la microcuenca alta se mantiene por debajo de la normativa establecida en el TULSMA de 1000 NMP/100 ml, excepto por el mes de Junio en donde se registró 7000 NMP/100 ml (Figura 4.26), valor que supera ampliamente la normativa, este valor se justifica, debido a que en esas fechas el lugar de pastoreo del ganado se encontraba muy cerca de la quebrada, pudiendo evidenciarse que incluso los animales se acercaban a beber agua en una de las orillas.

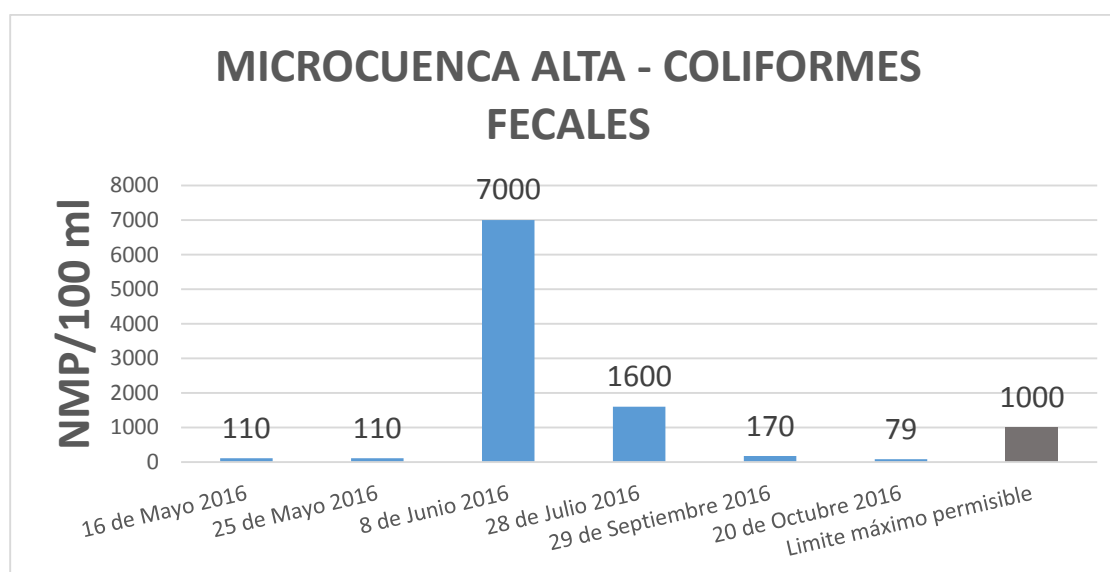


Figura 4.26. Variación de niveles de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) en la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi.
Fuente: Autor, 2016

4.2. PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA YAGUAIMI

4.2.1. Matriz causa – efecto

Durante la visita de campo realizada a la microcuenca y durante el tiempo que duró la recolección de las muestras de agua, se pudo evidenciar los diferentes efectos que se han generado por los impactos ambientales que afectan a la zona en estudio, Tabla 4.1; además en la Figura 4.27 gracias a la matriz causa – efecto se puede definir los impactos más relevantes que afectan la microcuenca. La valoración de cada efecto encontrado será en función de la Tabla 4.2



Tabla 4.1.Efectos encontrados en la Microcuenca Yaguaimi

E1	Activación de procesos erosivos y sedimentación.
E2	Contaminación de la microcuenca por basura.
E3	Avance de la frontera minera.
E4	Avance de la frontera ganadera.
E5	Deforestación en la zona de influencia de la microcuenca.
E6	Actividades agrícolas en lugares inapropiados dentro de los márgenes de protección de la quebrada.
E7	Perdida de vegetación nativa en las pendientes de la microcuenca.
E8	Afectación de la calidad microbiológica del agua de la quebrada Yaguaimi.

Fuente: Autor, 2016

Tabla 4.2 Escala de Ponderaciones de los efectos encontrados

1	No es apreciable en ninguna parte del sistema.
3	Es ligeramente apreciable en algunas partes del sistema (<25%).
5	Es moderadamente apreciable en algunas partes del sistema (25 - 50 %).
7	Es evidentemente apreciable en gran parte del sistema (50 – 75%).
9	Es fácilmente apreciable en la totalidad del sistema (>75%).

Fuente: Jaimes C., Edgar J.; Ramos G., Yaliza T.; Pineda C., Neida M.; Mendoza M., José G, 2006



CAUSAS		EFECTOS									SUBTOTALES	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Σ	%
		Ponderaciones										
C1	Carencia de árboles en las laderas próximas al cauce de la quebrada	5	1	1	3	7	3	7	7	3	37	13.75
C2	Falta de educación ambiental de los usuarios de la microcuenca.	3	3	1	5	7	3	7	9	1	39	14.50
C3	Ausencia de políticas mineras, agrícolas y ganaderas con un enfoque integral, basadas en un plan de ordenamiento territorial.	1	1	3	7	7	3	5	7	1	35	13.01
C5	Desconocimiento por parte de los dueños de las fincas sobre de la importancia del bosque en la calidad y cantidad de los recursos hídricos.	7	1	1	7	7	3	7	7	5	45	16.73
C6	Ausencia de políticas de protección de los recursos hídricos en la zona.	3	3	3	9	7	3	7	7	1	43	15.99
C7	Ausencia de monitoreos e inspecciones periódicas, referente a Calidad de Agua y contaminación del cauce de la quebrada, por parte de la Junta de Agua Potable.	3	3	1	3	5	3	7	9	1	35	13.01
C8	Malas prácticas ganaderas y educación ambiental por parte de los dueños de potreros y fincas que están en nuestra zona de influencia.	3	3	1	5	7	3	5	7	1	35	13.01
SUBTOTALES	Σ	25	15	11	39	47	21	45	53	13	269	100
	%	9.29	5.58	4.09	14.50	17.47	7.81	16.73	19.70	4.83	100	

Figura 4.27. Matriz Causa – Efecto aplicada en la Microcuenca Yaguaimi.

Fuente: Autor, 2016



4.2.2. Factibilidad

La factibilidad de las posibles acciones o soluciones se determinó de acuerdo a la siguiente valoración:

Tabla 4.3. Criterios de factibilidad de una matriz Problema – Solución

GRADO DE FACTIBILIDAD	CRITERIOS	VALORACIÓN
Muy Factible	<ul style="list-style-type: none"> -Soluciones a muy corto plazo (<1 año). - Recursos financieros disponibles en forma inmediata, provenientes de la misma comunidad o comité de riego. - No se requiere de diseños ingenieriles. - Asesoría técnica no especializada disponible en la comunidad. 	1
Factible	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a corto plazo (1 - 2 años). - Recursos financieros no disponibles en lo inmediato porque provienen de organismos crediticios regionales o nacionales (banca privada o entes gubernamentales). - Requieren de un proyecto de inversión. - Asesoría técnica especializada disponible en la región. 	2
Moderadamente Factible	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a mediano plazo (2 - 4 años). - Requiere de proyectos financiables por créditos de organismos nacionales (Ministerios y Empresas del Estado). - Necesitan de asesoría técnica especializada disponible en el país. 	3
Poco Factible	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a largo plazo (> 4 años). - Requiere de proyectos financiables por créditos externos cofinanciados por el ejecutivo nacional (Ministerios y Empresas del Estado). - Necesitan de asesoría técnica especializada disponible en el país y en el exterior. 	4

Fuente: Jaimes C., Edgar J.; Ramos G., Yaliza T.; Pineda C., Neida M.; Mendoza M., José G, 2006



4.2.3. Matriz problema – solución

A partir de los efectos de mayor importancia que se obtuvo en la matriz Causa – Efecto, se planteó las siguientes acciones o soluciones las cuales, en la determinación de la factibilidad tuvieron una valoración de 2 Puntos, siendo estas Factibles a corto plazo.

Tabla 4.4. Matriz Problema – Solución

MATRIZ PROBLEMA – SOLUCIÓN		
Efectos o Problemas	Acciones o Soluciones Propuestas	Valoración
Avance de la frontera ganadera	Educación Ambiental a los propietarios de las fincas aledañas a la microcuenca.	2
Pérdida de vegetación nativa en las pendientes de la microcuenca.	Reforestación de los márgenes de la quebrada Yaguaimi.	2
Afectación de la calidad microbiológica del agua de la quebrada Yaguaimi.	Educación Ambiental a los usuarios de la quebrada y propietarios de las fincas aledañas al cauce de la quebrada.	2
Desconocimiento por parte de los dueños de las fincas sobre la importancia del bosque en la calidad y cantidad de los recursos hídricos.	Educación Ambiental y capacitación sobre buenas prácticas ganaderas a propietarios de las fincas aledañas al cauce de la quebrada.	2
Ausencia de políticas de protección de los recursos hídricos en la zona.	Creación de ordenanzas por parte del GAD de Patuca.	3

Fuente: Autor, 2016

En base a los efectos encontrados en la microcuenca, las estrategias de restauración y conservación que se darán a continuación pretenden disminuir la contaminación por actividades ganaderas y la deforestación que afecta la zona, previniendo así posibles afectaciones a la salud por enfermedades provocadas por el agua.



4.2.4. Elaboración de estrategias

Luego del análisis de la matriz Problema – Solución se pudo evidenciar que una de las estrategias para minimizar los factores que afectan la calidad del agua de la quebrada Yaguaimi es: la capacitación y educación ambiental dirigida a los dueños de las fincas aledañas a la microcuenca en estudio, de igual manera los usuarios de la quebrada, es decir la población en general tendrá acceso a esta capacitación. Así mismo, es conveniente que se recupere la vegetación principalmente en zonas de pendiente, para ello se necesita realizar un proyecto de reforestación en los márgenes del curso de agua.

- **ESTRATEGIA 1:** Educación Ambiental y capacitación a los propietarios de los terrenos que se encuentran dentro de la microcuenca.
- **ESTRATEGIA 2:** Reforestación de los márgenes de la quebrada Yaguaimi con plantas nativas de la zona.

4.2.4.1. **ESTRATEGIA 1. Educación Ambiental y Capacitación a los propietarios de los terrenos que se encuentran dentro de la microcuenca Yaguaimi.**

Objetivo General: Capacitar a los propietarios de las terrenos que se encuentran dentro de la microcuenca y a la población de Patuca sobre la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales.

Objetivos Específicos:

- Capacitar a las personas sobre la importancia de cuidar los recursos hídricos.
- Capacitar a los dueños de los terrenos aledaños en el tema de “Buenas prácticas ganaderas y agropecuarias”.

Descripción: Para dar cumplimiento a la estrategia 1, se diseñará y ejecutará un taller enfocado principalmente en el cuidado y protección de los recursos hídricos, tanto a los habitantes como a los dueños de las fincas aledañas a la quebrada Yaguaimi.

Para ello, los temas a tratar serán:

- Importancia de la conservación de los Recursos Hídricos.
- Consecuencias de malas prácticas Ganaderas y Agropecuarias
- Medidas de protección en una Microcuenca.
- Reforestación, ventajas y técnicas.
- Enfermedades ocasionadas por el consumo de agua contaminada
- Buenas prácticas Ganaderas y Agropecuarias



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tiempo de ejecución: Deberá ser ejecutada en 3 meses

Responsable de ejecución: Técnicos contratados, Presidente de la Junta de Agua.

Responsable control y seguimiento: Directiva de la Junta de Agua de Patuca.

Los talleres se ejecutarán los días viernes y sábados en horario de 19h00 a 21h00, el horario fue escogido debido a la predisposición de la comunidad. Además se realizarán Posters informativos con mensajes de cuidado del agua.

Tabla 4.5. Presupuesto de la Propuesta 1 del Plan de manejo.

Indicadores:	100 % del cumplimiento de los talleres				
Medios de verificación:	Registros de asistencia, registro fotográfico.				
Presupuesto:	Esta medida a implementar tendrá un costo de \$ 2583.79 dólares americanos.				
<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>V. Unitario (USD)</i>	<i>V. Total (USD)</i>	<i>Observaciones e Indicaciones</i>
Técnicos capacitadores	3	Personas	750	2250	Ing. Ambiental, Ingeniero Forestal, Ing. Agrónomo.
Poster Informativo	25	Poster's	1.50	37.5	-
Cuaderno pequeño	120	Cuadernos	0.75	90	-
Esferos	120	Esferos	0.35	42	-
Resma de Hojas A4	1	Resma	6	6	-
Computadora	3	Computadoras	-	-	Trae cada Técnico
Infocus	3	Infocus	-	-	Préstamo del GAD de Patuca y Junta de Agua.
Papelógrafos	45	Papelógrafos	0.25	11.25	Se dividirá el número de usuarios en 3 grupos de 40 personas (cada técnico manejará 1 grupo), en cada grupo habrá 5 subgrupos de 8 personas, cada uno realizará una presentación de lo aprendido al finalizar la cuarta semana de cada mes. Total de presentaciones por subgrupo al término del taller = 3.
Marcadores color Azul	15	Marcador	0.80	12	1 marcador por grupo
Marcadores color Negro	15	Marcador	0.80	12	1 marcador por grupo
Alquiler Aulas	3	Aulas	-	-	Préstamo Unidad Educativa "Héroes del Cenepa", gestión de la J. de Agua Potable.
SUBTOTAL (95%)					2460.75
IMPREVISTOS (5%)					123.04
TOTAL (100%)					2583.79

Fuente: Autor, 2016



4.2.4.2. ESTRATEGIA 2: Reforestación de los márgenes de la quebrada Yaguaimi con plantas nativas de la zona.

Objetivo General: Recuperar la cobertura vegetal de los márgenes de la quebrada Yaguaimi.

Objetivos Específicos:

- Disminuir la contaminación que llega al cauce por actividades ganaderas cerca de los márgenes de la quebrada.
- Crear una franja protectora de vegetación en los márgenes de la quebrada.

Descripción: Para dar cumplimiento a la estrategia 2, se calculó el área deforestada que será intervenida para la creación de la franja protectora de vegetación, esto se hizo en base a una ortofoto del lugar del año 2013, siendo esta aproximadamente 0.49 hectáreas que se encuentra dentro del margen de 10 metros de protección.

El tamaño total de la frontera ganadera dentro de la microcuenca es 149 ha.

Cumpliendo la Normativa para la Zonificación de Tierras para Forestación y Reforestación (MAE/MAGAP, 2012) donde:

Título II

Art. 10. Cuando el área a realizar establecimiento de plantaciones con fines comerciales colinde con cursos o masas de agua y en sus servidumbres existan bosques y/o vegetación nativa se conservará una franja cuyos anchos estarán en función de lo siguiente:

- a) A lo largo de los ríos o de cualquier curso de agua permanente o intermitente, considerando la orilla del cauce natural, se establece una franja de vegetación nativa a cada margen, con ancho mínimo de (Tabla 4.5):

Tabla 4.6. Dimensiones de las franjas de protección en un río.

Ancho del Río (cauce permanente)	Ancho mínimo de la Zona de Protección Permanente
Hasta 3 metros	5 metros
De 3 hasta 10 metros	Al menos 10 metros
De 10,1 hasta 30 metros	Al menos 15 metros
Superiores a 30.1 metros	Al menos 30 metros.

Fuente: (MAE/MAGAP, 2012)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

“La vegetación nativa que se encuentre a lo largo de los cursos de agua en las franjas arriba dimensionadas, deberá ser conservada obligatoriamente. Así también, en las zonas a lo largo de cualquier curso de agua que se encuentre sin vegetación, se podrá plantar con varias especies para fines de protección”.

Teniendo la quebrada Yaguaimi un cauce que varía entre 2 y 6 metros, se procederá a proteger al menos 10 metros en cada margen de la quebrada.

Las actividades a realizarse serán las siguientes:

- La Junta Autónoma de Agua Potable de Patuca gestionará con el vivero del GAD del Cantón Santiago de Méndez, la compra y/o donación de las plántulas. Las especies de plantas que se utilizará serán especies comunes en la zona como: Cedro (*Cedrela odorata*), Guayacán (*Tabebuia chrysantha*), Seique (*Cedrelinga cateniformis*) Pechiche (*vitex gigantea*) y/o Laurel (*Cordia alliodora*).
- La Junta Autónoma de Agua Potable de Patuca convocará a las mingas que sean necesarias para la siembra de las plantas y su posterior control de malezas, con el fin de disminuir gastos de mano de obra.
- La fórmula para sembrar las plantas seleccionadas será:

$$\text{Número de Plantas} = 10\,000 \text{ m}^2 * H / (D * L)$$

Dónde:

H: número de hectáreas (0.49 ha)

D: distancia en metros entre plantas (3 m)

L: Distancia entre líneas (3 m)

El total de plantas a utilizar es de 544 en 0.49 hectáreas.

- Es importante considerar algunas recomendaciones en el momento del transporte y manipulación de las plantas, cuidando las mismas del sol y el viento, transportándolas durante las primeras horas de la mañana, evitando así que el efecto desecante del viento y la manipulación excesiva causen daño.
- Las plantas serán sembradas por hileras (Fig. 4.28), y la distancia entre cada planta no superará los 3 metros aplicando el método tresbolillo, ya que este método protege al suelo de la erosión y evita franjas rectas de terreno sin árboles a lo largo de la pendiente.

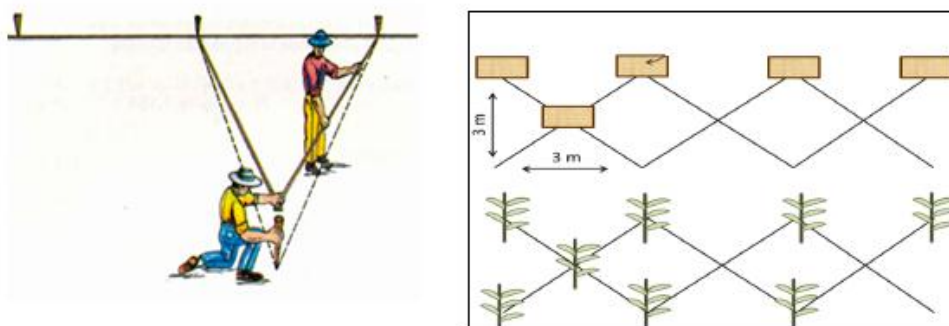


Figura 4.28. Método de Tresbolillo
Fuente: (Nova Gabriel, Caro María, 1991)

- Se marcará el terreno en las ubicaciones destinadas para cada planta y se realizará el hoyo tipo cuadrado.

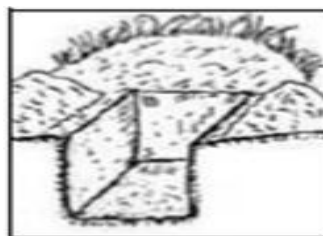


Figura 4.29. Hoyo tipo cuadrado donde irá cada plántula
Fuente: (Nova Gabriel, Caro María, 1991)

- Se recolectará hojarasca y se colocará en cada hoyo con el fin de proporcionar materia orgánica al suelo para aumentar su fertilidad y asegurar una mayor vitalidad en las plantas.
- El control de la maleza se lo hará cada tres o cuatro meses en el transcurso de los dos primeros años, en cambio durante el primer y tercer año se realizará el raleo y podas, donde se eliminará ramas torcidas, secas y quebradas para un crecimiento adecuado.

Tiempo de ejecución: Deberá ser ejecutada en 2 meses el período de siembra, y el período de crecimiento será controlado en el transcurso del primer año.

Responsable de ejecución: Técnico contratado, Presidente de la Junta de Agua, Población beneficiaria.

Responsable control y seguimiento: Directiva de la Junta de Agua de Patuca, Técnico contratado.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Las mingas para el período de siembra se tendrán que organizar tanto en día como en la hora para aquello el Presidente de la Junta de Agua convocará a minga a todos los usuarios del sistema de agua potable, se tendrá que hacer 2 mingas en un mes, y las 2 faltantes en el segundo mes para lo que respecta a la etapa de siembra. Para el período de control de crecimiento se realizará 4 visitas cada 3 meses por un año. Es decir esta estrategia se la realizará en 1 año 2 meses. (Tabla 4.6)

Tabla 4.7. Presupuesto de la Propuesta 2 del Plan de manejo.

Indicadores:	Establecimiento de al menos 75% de las plantas sembradas.				
Medios de verificación:	Registro fotográfico, factura de compra de plántulas, plantas sembradas.				
Presupuesto:	Esta medida a implementar tendrá un costo de \$ 1814.08 dólares americanos.				
Descripción	Cantidad	Unidad	V. Unitario (USD)	V. Total (USD)	Observaciones e Indicaciones
Técnico	1	persona	750.00	750.00	<i>Ingeniero Forestal.</i>
Picos	60	picos	-	-	<i>Cada participante llevará su propio pico.</i>
Palas	60	palas	-	-	<i>Cada participante llevará su propia pala.</i>
Mano de obra para siembra y posterior control de maleza.	120	personas	-	-	<i>Se realizará mingas de trabajo con todos los usuarios del agua potable.</i>
Transporte de las plantas desde el vivero al lugar de siembra.	10	carreras	5.00	50.00	
Plantas, especie Guayacán y Cedro.	244	plantas	0.50	122	<i>La Junta de Agua gestionará la compra y/o donación de las plántulas.</i>
Plantas, especie Pechiche, Seique, Laurel.	300	plantas	0.35	105	<i>La Junta de Agua gestionará la compra y/o donación de las plántulas.</i>
SUBTOTAL (95%)	1027.00				
IMPREVISTOS (5%)	51.35				
TOTAL (100%)	1078.35				

Fuente: Autor, 2016

4.2.4.3. Presupuesto General del Plan de Manejo

Tabla 4.8. Presupuesto General de las propuestas planteadas.

N°	PROPUESTA	COSTO (USD)
1	Educación Ambiental y Capacitación a los propietarios de los terrenos que se encuentran dentro de la microcuenca Yaguaimi.	2583.79
2	Reforestación de los márgenes de la quebrada Yaguaimi con plantas nativas de la zona.	1078.35
OPERACIONALIDAD		
Sub Total		3662.14
Imprevistos 10 %		366.21
Total		4028.35

Fuente: Autor, 2016

4.1.1. Integración de la comunidad

En coordinación con el señor Víctor Puglla R., Presidente de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Patuca y el Licenciado Marco Merino C., Técnico Responsable del Centro de Atención al Ciudadano-SENAGUA, Morona Santiago; se realizó un pequeño taller con todos los usuarios del sistema de Agua Potable de Patuca, respecto al “Cuidado y Protección de una Microcuenca Hidrológica”, y se socializó los principales impactos ambientales que afectan a la microcuenca Yaguaimi, dejando en manifiesto a la comunidad y a las autoridades la situación actual de la calidad del agua de la quebrada Yaguaimi y la importancia de cuidar esta fuente. Esto se realizó el día 11 de noviembre del 2016 en las instalaciones del GAD de la Parroquia Patuca.



Figura 4.30. Intervención de la importancia del tema por parte del Licenciado Marco Merino, Técnico Responsable del Centro de Atención al Ciudadano-SENAGUA, Morona Santiago.



Figura 4.31. Socialización con los usuarios del Sistema de Agua Potable de la Parroquia Patuca y Autoridades.

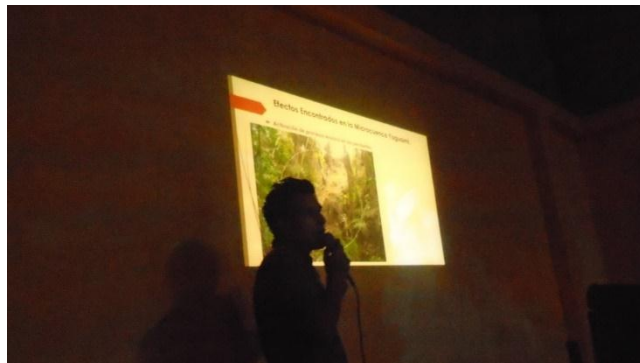


Figura 4.32. Socialización de los efectos encontrados en la microcuenca Yaguaimi.



Figura 4.33. Socialización de los efectos encontrados en la microcuenca Yaguaimi.



CONCLUSIONES

- Luego de comparar los resultado de laboratorio con la normativa establecida en el TULSMA LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 1 se puede concluir que el agua cruda que recibirá la nueva planta convencional de agua potable cumple con lo establecido en la misma, teniendo presente la observación de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales) que tuvieron una tendencia de incremento en el período de muestreo; estos valores corresponden a efectos generados por las actividades ganaderas que se realizan principalmente en el margen derecho de la quebrada Yaguaimi que al no tener una barrera vegetal constante en las orillas, provoca que en ciertos puntos de la quebrada llegue por escorrentía la contaminación de heces y purines de ganado. Además de esto, cabe recalcar, que el relieve de pendiente presente en la mayor parte del curso de agua y la compactación del suelo evidente por el sobrepastoreo favorece a que el agua se pueda ver afectada por dicha contaminación.
- Una vez comparados los dos puntos de muestreo, se puede concluir que el punto ubicado en la microcuenca alta (1500 metros) presenta mejores condiciones que el punto de muestreo de la microcuenca baja (500 metros), pudiéndose utilizar este punto como lugar de captación de agua cruda de la nueva planta convencional de agua potable de Patuca.
- En lo que respecta a dureza, los valores registrados de las muestras de agua se mantuvieron muy por debajo de la normativa en los dos puntos de muestreo, por lo tanto el agua a tratar se la considera “Agua Suave”, es decir no tiene concentraciones altas de calcio y magnesio por lo que es apta para su potabilización.
- La turbiedad del agua no presentó mayor novedad en los dos puntos de muestreo, manteniéndose por debajo de la normativa, siendo apta para su potabilización, cabe recalcar que aunque se realizó muestreos en época de lluvia, no se pudo obtener condiciones de precipitación elevada ya que la región amazónica tiene un clima muy variable e imprevisto a esto sumado el difícil acceso al lugar, no facilitó el muestreo ni coincidió con nuestro horario de recolección de muestras y de apertura de laboratorio, pese a eso se recogió la muestras de agua todas las mañanas con la condición de haber llovido toda la noche.
- En lo referido a la calidad microbiológica, se puede concluir que la calidad del agua referida a coliformes totales y fecales, se encuentra afectada en pequeña escala debido a las actividades ganaderas que se realizan en la microcuenca, pudiendo solucionar este problema con las propuestas planteadas en este trabajo.
- Los valores registrados de Coliformes Fecales se mantuvieron cerca de la normativa vigente excepto por los meses mayo, junio y julio que fueron los meses



UNIVERSIDAD DE CUENCA

en donde el ganado se encontraba más cerca de nuestra fuente de agua en estudio. Los resultados obtenidos para este parámetro se los puede disminuir con el adecuado proceso de tratamiento que se le dé al agua cruda que ingresa a planta de tratamiento convencional y el respectivo cumplimiento del plan de manejo de este estudio.

- En cuanto a los impactos ambientales encontrados en la zona, se puede concluir, que principalmente nuestra zona en estudio se encuentra afectada en proporciones pequeñas y manejables por: la deforestación, malas prácticas ganaderas, falta de educación ambiental a la comunidad, la falta de vegetación nativa en las pendientes de los márgenes de la quebrada.
- Los resultados obtenidos a partir de los análisis físico – químico y bacteriológico, y el análisis de los efectos encontrados en la microcuenca son muy importantes para tomar decisiones de cuidado, prevención y mitigación de potenciales impactos ambientales que pueden afectar la microcuenca.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Junta Administradora de Agua Potable de Patuca ejecutar este proyecto y dar el respectivo seguimiento a fin de garantizar calidad de agua y protección de la fuente de captación a la población actual y futura; la directiva actual de la Junta Administradora ejecutará las respectivas gestiones con instituciones a cargo del tema y con la población de Patuca.
- Buscar asesoría en el tema de: “Protección de Cuencas Hidrográficas” y actualizar el plan de manejo cada 4 años, evaluando los potenciales impactos que afectan a la zona en cada período de actualización.
- Realizar muestreos de agua cada 6 meses en el punto establecido para la captación (1500 metros), incluye el análisis Físico-Químico y Bacteriológico, y llevar un registro de todos estos datos para decisiones futuras.
- Realizar inspecciones a la microcuenca alta al menos cada año con el objetivo de verificar que el plan de reforestación esté funcionando y que los potenciales impactos detectados hayan disminuido.
- Prohibir la práctica de actividades agrícolas en las zonas de inundación de la quebrada (riberas), y en la zona de influencia de nuestro curso de agua, esto, con el objetivo de no tener contaminación por fertilizantes en nuestra microcuenca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Debido a que el agua cruda captada y tratada, debe garantizar a la población beneficiada calidad y seguridad a la salud, se recomienda que la Junta Administradora de Agua Potable de Patuca realice un seguimiento periódico en cada proceso de operación de la nueva planta de tratamiento convencional.
- La Junta Administradora de Agua Potable gestionará con la comunidad y autoridades, un fondo para la conservación y protección de la microcuenca alta de la quebrada Yaguaimi.
- Se recomienda además, gestionar con SENAGUA – Morona Santiago y GAD de Santiago de Méndez una ordenanza en la cual se declare “Zona de Protección Hídrica” a toda la microcuenca Alta de la quebrada Yaguaimi, con el único fin de frenar el crecimiento de la frontera ganadera y no permitir que futuras concesiones mineras se puedan asignar en la zona de influencia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de laboratorio (16 de Mayo del 2016)

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Quebrada Yaguaimi.- Parroquia Patuca.- Cantón Santiago de Mendez
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	16 de mayo de 2016
Fecha de Análisis:	17 de mayo de 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Jonny Puglla

PARAMETROS	Agua microcuenca Alta Yuguaimi	Agua microcuenca Baja Yuguaimi	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS				
HORA	8:26	9:04	am	
TURBIEDAD	7,24	15,6	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	24,0	51,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	4,0	14,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	65,1	58,3	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	43,0	38,5	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS				
pH	7,41	7,43		
ALCALINIDAD TOTAL	26,8	25,0	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	36,4	28,0	mg/l, CaCO ₃	
Ca++	9,7	8,7	mg/l	
Mg++	3,0	1,5	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,01	0,01	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	0,30	0,30	mg/l	
MANGANESO	0,0	0,0	mg/l	
COBRE	0,03	0,03	mg/l	
SILICIO	8,00	7,90	mg/l	
FLUOROS	0,32	0,05	mg/l	
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,02	0,02	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	3,7	3,9	mg/l	
SULFATOS	1,42	0,40	mg/l	
N. NITRITOS	1,72	2,13	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BIOLÓGICOS				
RECuento EN PLACA	150,0	198,0	U.F.C./ml	37°C. 24H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	5,0	12,0	U.F.C./100ml	42°C. 24H
MOHOS Y LEVADURAS	2,0	8,0	U.F.C./ml	35,5°C. 48H
COLIFORMES TOTALES	1100,0	35000,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	110,0	4700,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:

Dr. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
LABORATORIO DE
INGENIERIA SANITARIA



Anexo 2. Resultado de laboratorio (25 de Mayo del 2016)

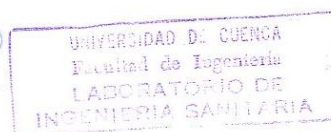
LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Quebrada Yaguimi.- Parroquia Patuca.- Cantón Santiago de Mendez
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	25 de mayo de 2016
Fecha de Análisis:	25 de mayo de 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Jonny Puglla

PARAMETROS	Agua microcuenca Alta Yuguaimi	Agua microcuenca Baja Yuguaimi	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS				
HORA	8:30	9:22	am	
TURBIEDAD	17,4	22,2	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	79,0	97,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	25,0	13,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	49,8	44,8	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	32,9	29,6	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS				
pH	7,86	7,23		
ALCALINIDAD TOTAL	19,2	20,2	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	26,0	20,0	mg/l, CaCO ₃	
Ca++	8,6	7,0	mg/l	
Mg++	1,1	0,6	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,02	0,02	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	0,30	0,20	mg/l	
MANGANESO	0,0	0,0	mg/l	
COBRE	0,03	0,01	mg/l	
SILICIO	7,00	6,70	mg/l	
FLUOROS	0,68	0,72	mg/l	
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,02	0,02	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	3,7	3,1	mg/l	
SULFATOS	1,42	2,11	mg/l	
N. NITRITOS	5,76	2,94	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BIOLÓGICOS				
RECuento EN PLACA	110,0	215,0	U.F.C./ml	37°C. 24H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	15,0	21,0	U.F.C./100ml	42°C. 24H
MOHOS Y LEVADURAS	5,0	10,0	U.F.C./ml	35,5°C. 48H
COLIFORMES TOTALES	3900,0	16000,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	110,0	110,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:


Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 3. Resultado de laboratorio (8 de Junio del 2016)

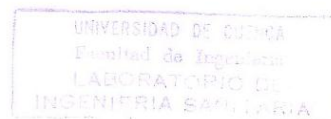
LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Quebrada Yaguaimi.- Parroquia Patuca.- Cantón Santiago de Mendez
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	08 de Junio de 2016
Fecha de Análisis:	08 de Junio de 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Jonny Puglla

PARAMETROS	Agua microcuenca Alta Yuguaimi	Agua microcuenca Baja Yuguaimi	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS				
HORA	8:30	9:22	am	
TURBIEDAD	13,1	18,6	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	55,0	78,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	20,0	11,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	65,4	60,7	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	43,2	40,1	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS				
pH	7,48	7,53		
ALCALINIDAD TOTAL	27,4	26,6	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	39,0	30,0	mg/l, CaCO ₃	
Ca++	10,8	8,7	mg/l	
Mg++	2,9	2,0	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,03	0,04	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	0,50	0,70	mg/l	
MANGANESO	0,0	0,0	mg/l	
COBRE	0,0	0,01	mg/l	
SILICIO	8,00	6,50	mg/l	
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,04	0,06	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	5,5	3,7	mg/l	
SULFATOS	2,12	3,08	mg/l	
N. NITRITOS	0,30	8,42	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BIOLÓGICOS				
RECuento EN PLACA	198,0	216,0	U.F.C./ml	37°C. 24H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	26,0	41,0	U.F.C./100ml	42°C. 24H
MOHOS Y LEVADURAS	10,0	12,0	U.F.C./ml	35,5°C. 48H
COLIFORMES TOTALES	2,8E+04	3,5E+04	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	7,0E+03	1,0E+03	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:


Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA





Anexo 4. Resultado de laboratorio (28 de Julio del 2016)

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Quebrada Yaguaimi.- Parroquia Patuca.- Cantón Santiago de Mendez
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	28 de Julio de 2016
Fecha de Análisis:	28 de Julio de 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Jonny Puglla

PARAMETROS	Agua microcuenca Alta Yaguaimi	Agua microcuenca Baja Yaguaimi	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS				
HORA			am	
TURBIEDAD	11,7	15,7	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	46,0	66,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	21,0	27,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	63,4	59,6	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	41,8	39,3	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS				
pH	7,82	7,81		
ALCALINIDAD TOTAL	28,6	29,2	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	50,2	39,6	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	11,3	9,0	mg/l	
Mg ⁺⁺	5,3	4,2	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,02	0,03	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	2,00	2,10	mg/l	
MANGANESO	0,0	0,0	mg/l	
COBRE	0,02	0,02	mg/l	
SILICIO	7,40	7,20	mg/l	
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,00	0,00	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	2,8	3,5	mg/l	
SULFATOS	2,90	2,82	mg/l	
N. NITRITOS	55,86	33,74	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BIOLÓGICOS				
RECuento EN PLACA	210,0	225,0	U.F.C./ml	37°C. 24H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	31,0	51,0	U.F.C./100ml	42°C. 24H
MOHOS Y LEVADURAS	15,0	18,0	U.F.C./ml	35,5°C. 48H
COLIFORMES TOTALES	9,2E+03	2,2E+04	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	1,6E+03	7,0E+02	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:


Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
LABORATORIO DE
INGENIERIA SANITARIA



Anexo 5. Resultado de laboratorio (29 de Septiembre del 2016)

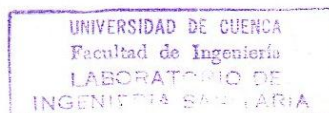
LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Quebrada Yaguaimi.- Parroquia Patuca.- Cantón Santiago de Mendez
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	29 de Septiembre de 2016
Fecha de Análisis:	29 de Septiembre de 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Jonny Puglla

PARAMETROS	Agua microcuenca Alta Yuguaimi	Agua microcuenca Baja Yuguaimi	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS				
HORA			am	
TURBIEDAD	15,3	18,2	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	56,0	71,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	25,0	27,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	85,8	89,8	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	56,6	59,3	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS				
pH	7,65	7,68		
ALCALINIDAD TOTAL	42,0	45,0	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	44,6	46,2	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	15,8	16,0	mg/l	
Mg ⁺⁺	1,2	1,5	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,04	0,05	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	2,90	3,20	mg/l	
MANGANESO	0,0	0,0	mg/l	
COBRE	0,02	0,02	mg/l	
SILICIO	8,60	9,10	mg/l	
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,05	0,06	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	4,5	5,6	mg/l	
SULFATOS	3,25	3,13	mg/l	
N. NITRITOS	59,40	49,55	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BIOLÓGICOS				
RECuento EN PLACA	245,0	251,0	U.F.C./ml	37°C. 24H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	25,0	40,0	U.F.C./100ml	42°C. 24H
MOHOS Y LEVADURAS	11,0	20,0	U.F.C./ml	35,5°C. 5DH
COLIFORMES TOTALES	9,2E+03	9,2E+04	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	1,7E+02	4,7E+02	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:


Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 6. Resultado de laboratorio (20 de Octubre del 2016)

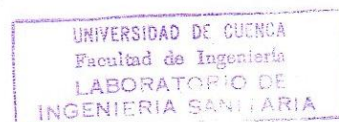
LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Quebrada Yaguaimi.- Parroquia Patuca.- Cantón Santiago de Mendez
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	20 de Octubre de 2016
Fecha de Análisis:	20 de Octubre de 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Jonny Puglla

PARAMETROS	Agua microcuenca Alta Yuguaimi	Agua microcuenca Baja Yuguaimi	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS				
HORA			am	
TURBIEDAD	7,56	2,98	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	55,0	46,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	45,0	37,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	90,7	86,2	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	59,9	56,9	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS				
pH	8,25	7,92		
ALCALINIDAD TOTAL	45,2	39,8	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	39,2	40,0	mg/l, CaCO ₃	
Ca++	14,7	12,9	mg/l	
Mg++	0,6	1,9	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,01	0,02	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	2,40	1,00	mg/l	
MANGANESO	0,0	0,0	mg/l	
COBRE	0,02	0,02	mg/l	
SILICIO	8,60	8,70	mg/l	
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,03	0,03	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	3,5	3,4	mg/l	
SULFATOS	1,89	1,19	mg/l	
N. NITRITOS	2,13	1,32	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BIOLÓGICOS				
RECuento EN PLACA	238,0	246,0	U.F.C./ml	37°C. 24H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	15,0	24,0	U.F.C./100ml	42°C. 24H
MOHOS Y LEVADURAS	5,0	7,0	U.F.C./ml	35,5°C. 5DH
COLIFORMES TOTALES	9,20E+03	1,6E+04	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	7,90E+01	2,8E+02	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:


Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 7. Análisis Físico-químico y bacteriológico de la captación actual

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Sistema de Agua Potable de Patuca
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	23 de Septiembre de 2015
Fecha de Análisis:	23 de Septiembre de 2015
Análisis solicitado por:	Ing. David López

PARAMETROS	Agua Muestra	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS			
TEMPERATURA		°C.	in situ
TURBIEDAD	1,61	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	22,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	6,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	131,3	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	86,7	mg/l	por cálculo
PARÁMETROS QUÍMICOS			
PH	8,55		
ALCALINIDAD TOTAL	66,6	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	0,0	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	44,0	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	11,8	mg/l	
Mg ⁺⁺	3,5	mg/l	por cálculo
HIERRO TOTAL	0,01	mg/l	
ALUMINIO	0,000	mg/l	
MANGANESO	0,0	mg/l	
COBRE	0,0	mg/l	
SILICIO	9,10	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS	0,90	mg/l	
FLUORUROS	0,31	mg/l	
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,02	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	9,3	mg/l	
SULFATOS	1,33	mg/l	
N. NITRITOS	2,94	ug/l	como Nitrógeno
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS			
RECuento EN PLACA	41,0	U.F.C./ML	37°C 24H
MOHOS Y LEVADURAS	4,0	U.F.C./100 ML	35,5°C 48H
PSEUDOMONA AERUGINOSA	64,0	U.F.C./100 ML	42 °C. 24H
COLIFORMES TOTALES	35000	NMP/100 ML	37°C. 24H
E. COLI	7000	NMP/100 ML	37°C. 24H

Responsable:

x 
Dra. Guillermina Páuta C.
QUIMICO-ANALISTA



Fuente: (GAD del Cantón Santiago de Méndez, Departamento de Obras Públicas., 2015)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 8. Resumen general del período de muestreos

	Parámetros	UNIDAD	16-may-16		25-may-16		08-jun-16		28-jul-16		29-sep-16		20-oct-16		NORMATIVA	
			Microcuenca Alta	Microcuenca Baja	Microcuenca Alta	Microcuenca Baja	Microcuenca Alta	Microcuenca Baja	Microcuenca Alta	Microcuenca Baja	Microcuenca Alta	Microcuenca Baja	Microcuenca Alta	Microcuenca Baja	Límite máximo permisible	UNIDAD
FÍSICOS	TURBIDEDAD	NTU, FTU	7.24	15.60	17.40	22.20	13.10	18.60	11.70	15.70	15.30	18.20	7.56	2.98	100	UNT
	COLOR APARENTE	UC, Pt Co	24.00	51.00	79.00	97.00	55.00	78.00	46.00	66.00	56.00	71.00	55.00	46.00		
	COLOR REAL	UC, Pt Co	4.00	14.00	25.00	13.00	20.00	11.00	21.00	27.00	25.00	27.00	45.00	37.00	75	UC, Pt Co
	CONDUCTIVIDAD	microsiemens/cm	65.10	58.30	49.80	44.80	65.40	60.70	63.40	59.60	85.80	89.80	90.70	86.20		
	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	43.00	38.50	32.90	29.60	43.20	40.10	41.80	39.30	56.60	59.30	59.90	56.90	1000	mg/l
QUÍMICOS	pH		7.41	7.43	7.86	7.23	7.48	7.53	7.82	7.81	7.65	7.68	8.25	7.92	6 - 9.	
	ALCALINIDAD TOTAL	mg/l, CaCO ₃	26.80	25.00	19.20	20.20	27.40	26.60	28.60	29.20	42.00	45.00	45.20	39.80		
	ALCALINIDAD F.	mg/l, CaCO ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	DUREZA TOTAL	mg/l, CaCO ₃	36.40	28.00	26.00	20.00	39.00	30.00	50.20	39.60	44.60	46.20	39.20	40.00	500	mg/l
	Ca ⁺⁺	mg/l	9.70	8.70	8.60	7.00	10.80	8.70	11.30	9.00	15.80	16.00	14.70	12.90		
	Mg ⁺⁺	mg/l	3.00	1.50	1.10	0.60	2.90	2.00	5.30	4.20	1.20	1.50	0.60	1.90		
	hierro TOTAL	mg/l	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.05	0.01	0.02	1	mg/l
	TANINOS Y LIGNINAS	mg/l	0.30	0.30	0.30	0.20	0.50	0.70	2.00	2.10	2.90	3.20	2.40	1.00		
	MANGANESO	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1	mg/l
	COBRE	mg/l	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2	mg/l
	SILICIO	mg/l	8.00	7.90	7.00	6.70	8.00	6.50	7.40	7.20	8.60	9.10	8.60	8.70		
	FLUORUROS	mg/l	0.32	0.05	0.68	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-		
	P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.00	0.00	0.05	0.06	0.03	0.03		
	CLORUROS	mg/l	3.70	3.90	3.70	3.10	5.50	3.70	2.80	3.50	4.50	5.60	3.50	3.40	250	mg/l
	SULFATOS	mg/l	1.42	0.40	1.42	2.11	2.12	3.08	2.90	2.82	3.25	3.13	1.89	1.19	500	mg/l
	N.NITRITOS	ug/l	1.72	2.13	5.76	2.94	0.30	8.42	55.86	33.74	59.40	49.55	2.13	1.32	0.2	mg/l
BIOLÓGICOS	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	1100	35000	3900	16000	28000	35000	9200	22000	9200	92000	9200	16000	20000	nmp/100 ml
	COLIFORMES FECALES (E.Coli)	NMP/100ml	110	4700	110	110	7000	1000	1600	700	170	470	79	280	1000	nmp/100 ml

Fuente: Autor, 2016



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 9. Certificado del Técnico Responsable del Centro de atención al Ciudadano-SENAGUA, Morona Santiago.



Macas, 09 de Enero del 2017.

Lic. Marco Merino, RESPONSABLE TECNICO DEL CENTRO DE ATENCION AL CIUDADANO ZONAL MACAS – MORONA SANTIAGO, a petición verbal de la parte interesada, certifica que el Sr. Jonny Puglla Flores con número de cédula 140065857-9, estudiante de la Universidad de Cuenca, quien en coordinación con la JUNTA DE AGUA POTABLE DE PATUCA Y SENAGUA, realizó el día 11 de Noviembre del 2016 una socialización con los habitantes de la parroquia Patuca, en el tema de:

- Protección y preservación de Recursos Hídricos
- Principales contaminantes del Agua
- Impactos ambientales encontrados en la Microcuenca Yaguaimi – Patuca; lugar de captación del agua de consumo de la Parroquia.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizo al interesado hacer uso conveniente de este documento.

Atentamente,

Lic. Marco Merino
**RESPONSABLE TECNICO DEL CENTRO DE ATENCION AL CIUDADANO
ZONAL MACAS.**

Dirección: Av. Trece de abril Km 2 y 1/2 de la Vía Macas- Gral Proaño, edif Ex Crea.
Teléfono: 07-2306273/072573913



Anexo 10. Certificado del Presidente de la Junta Administradora de Agua Potable de Patuca

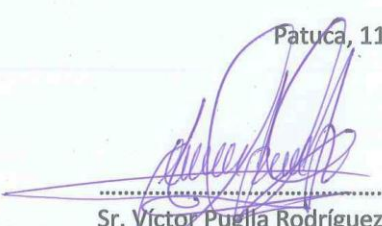
**JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA
POTABLE DE PATUCA**

CERTIFICADO

En calidad de PRESIDENTE DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE PATUCA CERTIFICA, que el Sr. JONNY LEONEL PUGLLA FLORES en coordinación con esta institución y la Secretaria Nacional del Agua de Morona Santiago, realizó en nuestra parroquia una socialización del CUIDADO Y PROTECCIÓN DEL AGUA, y los IMPACTOS AMBIENTALES que afectan a la fuente Hídrica de nuestra captación de agua para el consumo humano.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizando al interesado hacer uso del presente en lo estime conveniente.

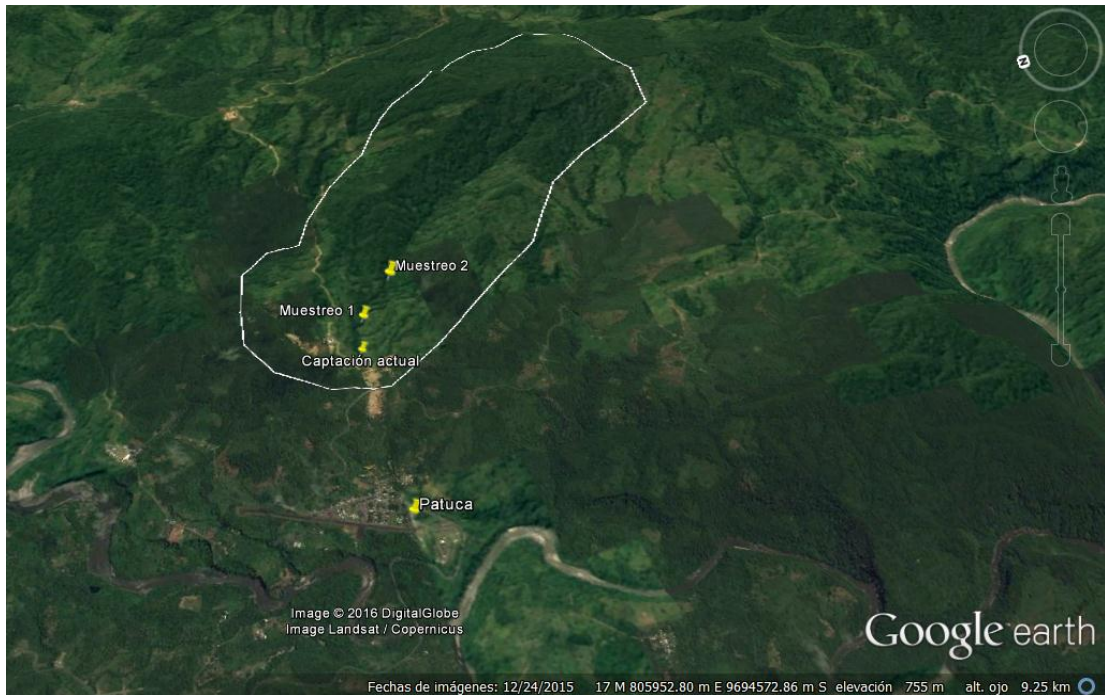
Patuca, 11 de Noviembre del 2016


Sr. Víctor Puglla Rodríguez
PRES DE LA JUNTA ADMINISTRADORA
DE AGUA POTABLE DE PATUCA
Dirección: Teniente H. Ortiz y 11 de Mayo,
Edificio del GAD DE PATUCA.



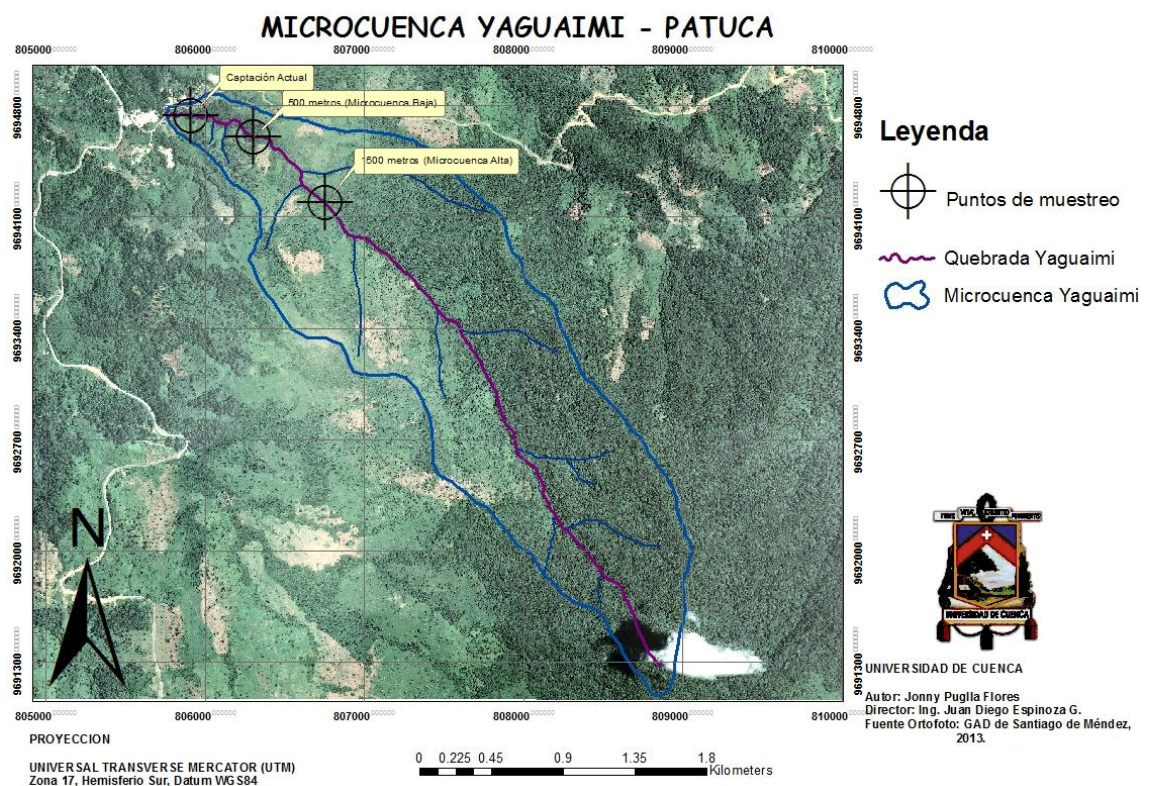
UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 11. Área de estudio



Fuente: (Google Earth, 2016)

Anexo 12. Ortofoto de zona en estudio

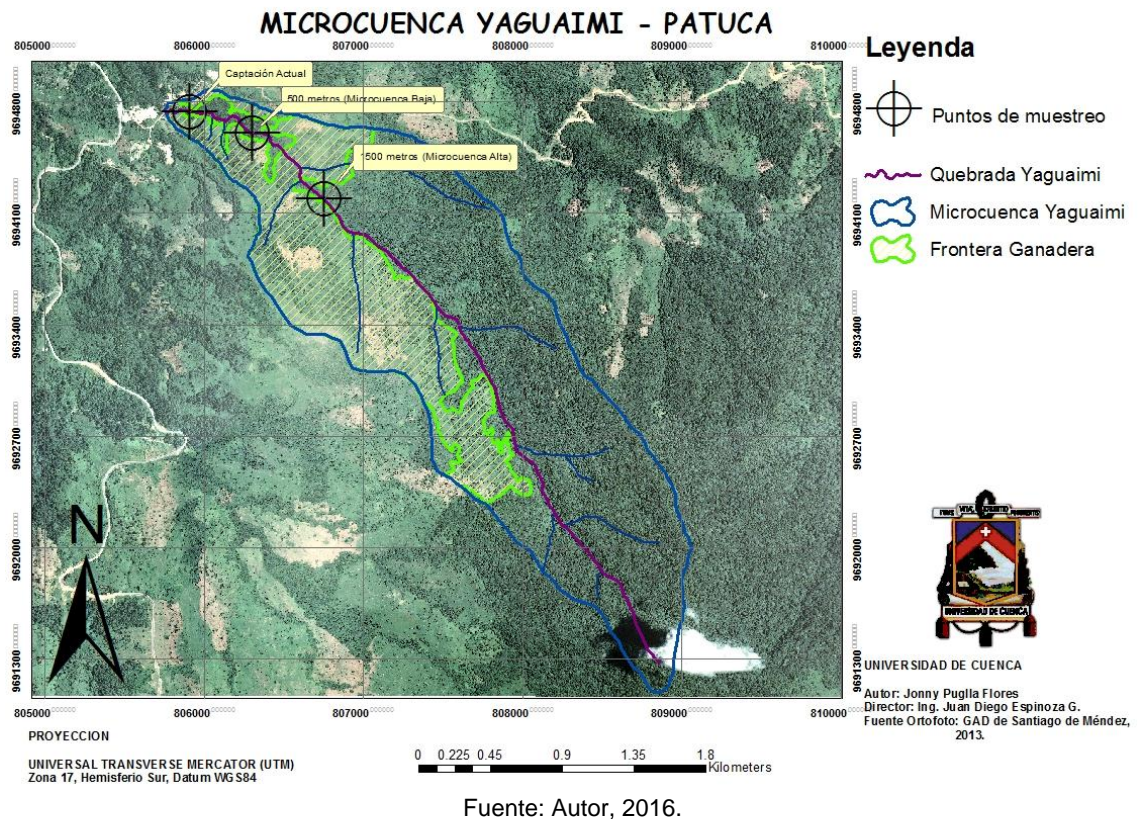


Fuente: Autor, 2016.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 13. Frontera ganadera en la zona de estudio



Fuente: Autor, 2016.

FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO

Anexo 14. Localización de los puntos de muestreo con el Ing. Marco Ramírez, técnico del equipo consultor encargado de los estudios de prefactibilidad de la construcción de la nueva planta de agua potable de Patuca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 15. Visita de Campo realizada con el Sr. Víctor Puglla, Presidente de la Junta Administradora de Agua de Patuca, a la microcuenca en estudio para la identificación de los impactos ambientales.



IMPACTOS AMBIENTALES ENCONTRADOS EN LA MICROCUENCA YAGUAIMI.

Anexo 16. Presencia de Basura en las orillas del curso de agua.

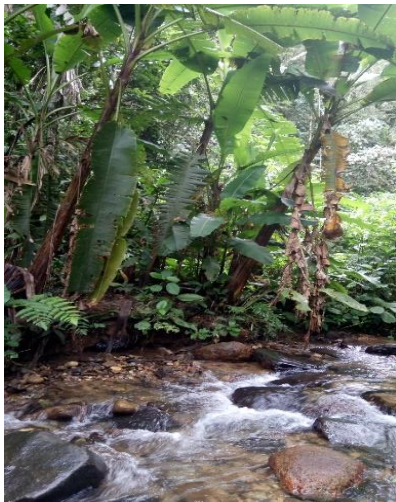


Anexo 17. Pérdida de vegetación nativa en las pendientes adyacentes a la quebrada.

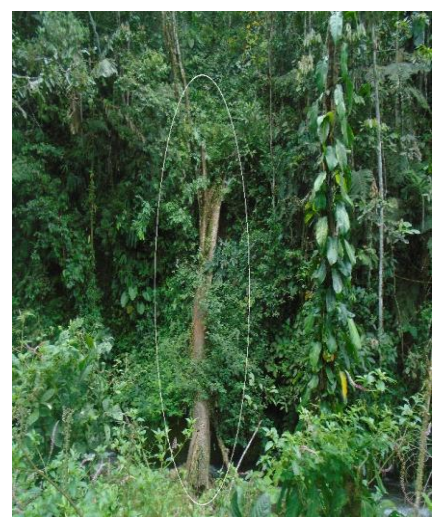




Anexo 18. Actividades agrícolas en los márgenes de la quebrada (Plantaciones de plátano).



Anexo 19. Deforestación en la zona de influencia de la microcuenca.



Anexo 20. Actividades ganaderas desarrolladas en la zona de influencia de la microcuenca.



Anexo 21. Activación de procesos erosivos en las pendientes.





UNIVERSIDAD DE CUENCA

BIBLIOGRAFÍA

AccuWeather. (2016). *AccuWeather*. Recuperado el 06 de Octubre de 2016, de www.accuweather.com

Agencia de Regulación y Control Minero - ARCOM. (2016). Obtenido de http://geo.controlminero.gob.ec:1026/geo_visor/

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR 2008*. Montecristi 2008. Recuperado a partir de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito, Ecuador. Recuperado a partir de <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>

Bi Yun Zhen Wu. (2009). *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria*. Universidad Estatal a Distancia, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica. Recuperado a partir de http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2012/06/Tesis_BiYun_Zhen.pdf

Brooks, KN; Folliott, PF; Gregersen, HM; Thames, JL. (1991). *Hidrology and the management of watersheds* (Primera edición). USA.

C. Alberto Sierra Ramírez. (2011). *Calidad del Agua, Evaluación y Diagnóstico* (Vol. 1). Medellín, Colombia: Ediciones de la U.

Cardona Diana. (2011). *CARACTERIZACION DEL AGUA CRUDA DEL RIO LA VIEJA COMO FUENTE SUPERFICIAL PARA EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE EMCARTAGO S.A. E.S.P.* (Tesis de Pregrado). UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Colombia. Recuperado a partir de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2570/1/62816C268c.pdf>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Comisión Nacional de Microcuencas, Proyecto Tacaná. (2009). *Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas*. (1era ed.). Guatemala. Recuperado a partir de https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_planes_microcuencas.pdf
- Estrella Córdova Raúl. (2014). *ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE LA LIGNINA A TRAVÉS DE UN PROCESO COMBINADO DE RADIACIONES IONIZANTES Y TRATAMIENTO BIOLÓGICO*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8853/3/CD-5927.pdf>
- FUNDESYRAM. (2006). La cuenca hidrográfica como sistema. [Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental]. Recuperado a partir de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3680>
- GAD del Cantón Santiago de Méndez, Departamento de Obras Públicas. (2015). Estudios y Diseños para la Construcción del Sistema de Agua Potable de Patuca incluyendo Brigada de Selva No. 21 Cóndor y las Comunidades de San José y Nunkantaim.
- Google Earth. (2016). *Mapa de Patuca, Ecuador*. Patuca.
- Guananga P. Ana Cristina. (2013). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3108/1/96T00227.pdf>
- Jaimes C., Edgar J.; Ramos G., Yaliza T.; Pineda C., Neida M.; Mendoza M., José G. (2006). Metodología multifactorial y participativa para evaluar el deterioro agroecológico y ambiental de dos subcuencas en el estado Trujillo, Venezuela. *Asociación Interciencia*, 31. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001000006
- Leyton Fabiola. (2008). Ganadería: una amenaza para el medio ambiente. Recuperado a partir de http://ecosofia.org/2008/02/ganaderia_amenaza_medio_ambiente.html



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Lic. Sergio Alejandro Rodríguez. (2010). La Dureza del Agua. Universidad Tecnológica Nacional.

Recuperado a partir de http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf

Lopez V. Nancy. (2013, Abril). *INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA PRESENCIA DE PARASITOSIS INTESTINAL EN NIÑOS DE 5 A 9 AÑOS DE LA PARROQUIA CUNCHIBAMBA DURANTE EL PERÍODO MARZO –AGOSTO 2012.*

Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado a partir de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7472/1/L%C3%B3pez%20Villac%C3%ADs%20Nancy%20Karina.pdf>

MAE -Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA.* (Vol. TULAS Libro VI). Quito, Ecuador.

Recuperado a partir de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Libro-VI-Calidad-Ambiental.pdf>

MAE/MAGAP. (2012). *Normativa para la Zonificación de Tierras para Forestación y Reforestación.* Quito.

Manual de Manejo de Cuencas. (2004) (Vol. 1). El Salvador. Recuperado a partir de http://biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/documentos/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf

M. Arcos, S. Ávila, S. Estupiñán, A. Gomez. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Recuperado a partir de www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf

Mejia R. Jackelin. (2010). *ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE L AGUA POTABLE DEL CANTÓN GUALAQUIZA.* (Maestría en Gestión Ambiental para Industrias de Producción y Servicios). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2589/1/tm4362.pdf>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Ministerio Coordinador del Desarrollo Social. (2010). *SIISE (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador)*. Obtenido de

<http://www.siise.gob.ec/siiseweb/siiseweb.html?sistema=1#>

Msc. Carmen Barreto. (2009). *“ANÁLISIS QUÍMICO I - UN ENFOQUE AMBIENTAL”*. Callao, Perú.

Recuperado a partir de

http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Julio_2011/IF_BARRETO_PIO_FIARN/CAP.%20IV.PDF

Nova Gabriel, Caro María. (1991). *Reforestación de Microcuencas*. SUBDIRECCION DE

FORMACION PROFESIONAL Y DESARROLLO SOCIAL. Recuperado a partir de

http://repositorio.sena.edu.co/sitios/reforestacion_microcuencas/pdf/Reforestacion_Vol6.pdf

Ordoñez G. Juan. (2011). *¿QUÉ ES CUENCA HIDROLÓGICA?* (Primera). Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.

Orellana Jorge A. (2005). *Ingeniería Sanitaria, UTN - FRRO*. Argentina. Recuperado a partir de

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf

Umaña G. Edmundo. (2002). *MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA*. San Nicolas, Esteli.

Vidal, M; López, A; Santoalla, MC; Valles, V. (2000). *Factor analysis for the water resources contamination due to the use of livestock slurries as fertilizer*.